

明 細 書

両面非球面型累進屈折力レンズおよびその設計方法

技術分野

[0001] 本発明は、例えば、眼鏡用老視用累進屈折力レンズとして用いられるレンズであって、

累進屈折力作用が、物体側表面である第1の屈折表面と眼球側表面である第2の屈折表面とに分割配分されており、且つ、前記第1の表面と前記第2の表面とを合わせて、処方値に基づいた遠用度数(Df)と加入度数(ADD)とを与える構成となっている両面非球面型累進屈折力レンズおよびその設計方法に関する。

背景技術

[0002] 累進屈折力レンズは、老視用眼鏡レンズでありながら外見上は容易に老眼鏡と察知されない利点や、遠距離から近距離まで切れ目なく連続的に明視しうる利点などにより、一般に広く利用されている。しかしながら、限られたレンズ面積の中に境界線を介入させることなく、遠方を見るための視野、近方を見るための視野、それらの中間的な距離を見るための視野といった複数の視野を配置する都合から、各々の視野の広さが必ずしも充分ではない。さらに、主として側方の視野に、像の歪みや揺れを感じさせる領域が存在するなど、累進屈折力レンズ特有の欠点があることも広く知られている。

[0003] これらの累進屈折力レンズ特有の欠点を改善する目的で古くから様々な提案がなされてきたが、それら従来の累進屈折力レンズの面構成は、物体側表面に「累進面」を配し、眼球側表面に「球面」や「乱視面」を配した組合せのものが殆どであった。また、これらとは逆に、眼球側表面に「累進作用」を付加させたことを特徴とする累進屈折力レンズとして、1970年に仏国Essel Optical Co. (現Essilor)から発売されたAtoral Variplasがある。

[0004] また、近年提案された先行技術として、例えば、特許文献1、2に記載の技術等などがあり、一般には、裏面累進(または凹面累進)と呼ばれている。この特許文献1にて提案された裏面累進における面構成の主な目的は、必要な加入度数の一部または

全部を、物体側表面から眼球側表面に分担させることで、遠用部と近用部の像の倍率差を減らし、像の歪みや揺れを改善しようとするものである。

[0005] 即ち、特許文献1は、物体側表面を球面や回転対称非球面とすることで「累進作用」を全て消し去り、眼球側表面のみに所定の加入度数を与える「累進面」を付加(融合)させている。また、特許文献2は、物体側表面の「累進面」における加入度数を所定の値より少なくし、不足分の加入度数を与える「累進面」を裏面側の「球面」や「乱視面」に付加(融合)させることを提案している。

[0006] また、目的や根拠に違いがあるが、眼球側表面に「累進作用」を付加させた構成を有する累進屈折力レンズの他の先行技術として、例えば、特許文献3、特許文献4、特許文献5、特許文献6等があり、更に、特許文献2に記載のものと同様に、レンズの両面に「累進作用」を持たせた先行技術として、例えば、特許文献7や特許文献8がある。そして、これらの先行技術の共通点は、必要な加入度数をレンズの物体側、眼球側の2面で分担して与えていることである。

[0007] 特許文献1:WO97/19382号公報

特許文献2:WO97/19383号公報

特許文献3:特公昭47-23943号公報

特許文献4:特開昭57-10112号公報

特許文献5:特開平10-206805号公報

特許文献6:特開2000-21846号公報

特許文献7:特開2000-338452号公報

特許文献8:特開平6-118353号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0008] 上述した先行技術の主な目的は、累進屈折力レンズに必要な加入度数の一部または全部を、レンズの物体側表面から眼球側表面に分担させることで、当該レンズにおける遠用部と近用部の倍率差を減らし、倍率差による像の歪みや揺れを改善しようとするものである。ところが、それらの改善効果が得られる根拠については明確な記載が少なく、わずかに特許文献2(以下、従来技術1と記載する一場合もある。)等にお

いて、部分的な記載があるにすぎない。即ち、特許文献2には次のような(1)式～(3)式に示すレンズ倍率(SM)の計算式が開示され、レンズ設計の基本評価パラメータとして採用されている。

[0009] ここで、特許文献2の記載を引用する。

「レンズの倍率SMは、一般的に次の式で表される。

$$SM = M_p \times M_s \cdots (1)$$

ここで、 M_p はパワーファクター、また、 M_s はシェープファクターと呼ばれる。レンズの眼球側の面の頂点(内側頂点)から眼球までの距離を頂間距離 L 、内側頂点の屈折力(内側頂点屈折力)を P_o 、レンズの中心の厚みを t 、レンズの屈折率を n 、レンズの物体側の面のベースカーブ(屈折力)を P_b とすると以下のように表される。

$$M_p = 1 / (1 - L \times P_o) \cdots (2)$$

$$M_s = 1 / (1 - (t \times P_b) / n) \cdots (3)$$

なお、式(2)および(3)の計算にあたっては、内側頂点屈折力 P_o 及びベースカーブ P_b についてはディオプトリ(D)を、また、距離 L および厚みを t についてはメートル(m)をそれぞれ用いる。」

[0010] そして、特許文献2は、これらのレンズ倍率(SM)の計算式を用いて遠用部と近用部の倍率の差を算出し、その倍率差が少ないので、像の歪みや揺れが改善されているとしている。

[0011] 本願発明者の研究によれば、上記従来技術1は、その他の先行技術に比較して一定の効果が認められるが、より高性能のレンズ設計を行なうためには、さらに以下の点を検討する必要があることが判明した。

a. 上記従来技術1で用いている基本評価パラメータには、本来ならばレンズの中央近傍に対してのみ適用されるべきパラメータが含まれている。このことは、「レンズの眼球側の面の頂点から眼球までの距離 L 」と「レンズの中心の厚み t 」という記載からも明らかである。即ち、特許文献2の実施例では、レンズの中央近傍にある遠用部に対してのみ適用されるべき基本評価パラメータが、レンズ中心から大きく下方に位置する近用部に対しても適用されていることになるので、それによる誤差発生の可能性が残る。

[0012] b. 従来技術1では、上記のL、t、Po、Pbの他に「レンズの屈折率n」を加えた、5個の基本評価パラメータでレンズの倍率SMが算出されている。しかしながら、実際に度数の付いたレンズを前後に傾けてみればすぐわかるように、像の大きさは、「視線とレンズ面との角度」に強く影響されると考えられる。従って、特にレンズ中心から大きく下方に位置する近用部の倍率の算出では、この「視線とレンズ面との角度」を無視出来ないと考えられる。よって、従来技術1のレンズ設計には「視線とレンズ面との角度」を考慮することなく

レンズの倍率を算出していることによる誤差発生の可能性を有する。

[0013] c. 従来技術1における「倍率」には、乱視レンズへの応用例の記載以外に方向の概念がない。この概念がないため、例えば、レンズ中心から大きく下方に位置する近用部においては、「縦方向と横方向との倍率が異なる」という場合があり、これによる誤差発生の可能性が生ずる。

[0014] d. 近用部に対する倍率計算を正確に行うには、視標までの距離、即ち「対物距離」が計算ファクターとして追加されねばならない。しかし、従来技術1ではこの「対物距離」について考慮されていない。このため、当該考慮がないことに起因する誤差の可能性も否定できない。

[0015] e. 従来技術1では、倍率計算においてプリズム作用による影響が考慮されていない。このため、当該考慮がないことに起因する誤差の可能性もある。

[0016] このように、従来技術1は、「倍率」の算出をより正確に行うという観点からみると、必ずしも満足できるものではない。

[0017] 本発明は、かかる課題を解決するためになされたものであり、上述した、「視線とレンズ面との角度」や「対物距離」による影響を考慮し、レンズにおける遠用部と近用部とにおける像の倍率差を低減し、処方値に対する良好な視力補正と、装用時における歪みの少ない広範囲な有効視野を与える両面非球面型累進屈折力レンズと、その設計方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0018] 上述の課題を解決するため、本発明は以下の構成を有している。

[0019] (第1の構成)

物体側表面である第1の屈折表面と、眼球側表面である第2の屈折表面とに分割配分されている累進屈折力作用を備えた両面非球面型累進屈折力レンズであって、

前記第1の屈折表面において、遠用度数測定位置F1における横方向の表面屈折力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれ、 DH_f 、 DV_f とし、

前記第1の屈折表面において、近用度数測定位置N1における横方向の表面屈折力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれ DH_n 、 DV_n とすると、

$$DH_f + DH_n < DV_f + DV_n、かつ、DH_n < DV_n$$

となる関係式を満足させると共に、前記第1の屈折表面のF1及びN1における表面非点収差成分を、前記第2の屈折表面にて相殺し、前記第1と第2の屈折表面とを合わせて処方値に基づいた遠用度数(D_f)と加入度数(ADD)とを与えるようにし、

前記第1の屈折表面の非点収差の分布が、前記遠用度数測定位置F1を通る一本の子午線を境に左右対称であり、前記第2の屈折表面の非点収差の分布が、この第2の屈折表面の遠用度数測定位置F2を通る一本の子午線を境に左右非対称であり、かつ、この第2の屈折表面の近用度数測定位置N2の配置は、所定の距離だけ鼻側に内寄せされていることを特徴とする両面非球面型累進屈折力レンズ。

この構成によれば、眼球側表面における横方向累進作用の分担比率を高くすることにより、水平方向に視野が広がるとともに、物体側表面における縦方向累進作用の分担比率を高くすることにより、遠近の視線移動がしやすく、非点収差の少ない広い両眼視野を有し、装用時にゆれ、歪みの少ない累進屈折力レンズを提供できる。

(第2の構成)

第1の構成にかかる両面非球面型累進屈折力レンズにおいて、

前記両面非球面型累進屈折力レンズの近用部における透過非点収差の分布は、鼻側が密、こめかみ側が疎になるように配置されていることを特徴とする両面非球面型累進屈折力レンズ。

この構成によれば、第1の構成の効果に加え、特に近用部から側方にかけての透過非点収差が左右眼で近似するようになり、より良好な両眼視が可能となる。

(第3構成)

物体側表面である第1の屈折表面と、眼球側表面である第2の屈折表面とに分割

配分されている累進屈折力作用を備えた両面非球面型累進屈折力レンズの設計方法であって、

前記第1の屈折表面において、遠用度数測定位置F1における横方向の表面屈折力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれ、 DH_f 、 DV_f とし、

前記第1の屈折表面において、近用度数測定位置N1における横方向の表面屈折力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれ DH_n 、 DV_n とすると、

$$DH_f + DH_n < DV_f + DV_n、かつ、DH_n < DV_n$$

となる関係式を満足させると共に、前記第1の屈折表面のF1及びN1における表面非点収差成分を、前記第2の屈折表面にて相殺し、前記第1と第2の屈折表面とを合わせて処方値に基づいた遠用度数(D_f)と加入度数(ADD)とを与えるようにし、

前記第1の屈折表面の非点収差の分布が、前記遠用度数測定位置F1を通る一本の子午線を境に左右対称であり、前記第2の屈折表面の非点収差の分布が、この第2の屈折表面の遠用度数測定位置F2を通る一本の子午線を境に左右非対称であり、かつ、この第2の屈折表面の近用度数測定位置N2の配置は、所定の距離だけ鼻側に内寄せされていることを特徴とする両面非球面型累進屈折力レンズの設計方法。

この構成によれば、眼球側表面における横方向累進作用の分担比率を高くすることにより、水平方向に視野が広がるとともに、物体側表面における縦方向累進作用の分担比率を高くすることにより、遠近の視線移動がしやすく、非点収差の少ない広い両眼視野を有し、装用時にゆれ、歪みの少ない累進屈折力レンズが得られる設計方法を提供できる。

(第4の構成)

第3の構成にかかる両面非球面型累進屈折力レンズの設計方法において、

前記両面非球面型累進屈折力レンズの近用部における透過非点収差の分布は、鼻側が密、こめかみ側が疎になるように配置されていることを特徴とする両面非球面型累進屈折力レンズの設計方法。

この構成によれば、第3の構成の効果に加え、特に近用部から側方にかけての透過非点収差が左右眼で近似するようになり、より良好な両眼視が可能となる。

(第5の構成)

物体側表面である第1の屈折表面と、眼球側表面である第2の屈折表面とに分割配分されている累進屈折力作用を備えた両面非球面型累進屈折力レンズであって、

前記第1の屈折表面において、遠用度数測定位置F1における横方向の表面屈折力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれ、 DH_f 、 DV_f とし、

前記第1の屈折表面において、近用度数測定位置N1における横方向の表面屈折力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれ DH_n 、 DV_n とするとき、

$$DH_f + DH_n < DV_f + DV_n、かつ、DH_n < DV_n$$

となる関係式を満足させると共に、前記第1の屈折表面のF1及びN1における表面非点収差成分を、前記第2の屈折表面にて相殺し、前記第1と第2の屈折表面とを合わせて処方値に基づいた遠用度数(D_f)と加入度数(ADD)とを与えるようにし、

前記第1の屈折表面の平均度数の分布が、前記遠用度数測定位置F1を通る一本の子午線を境に左右対称とし、前記第2の屈折表面の平均度数の分布が、この第2の屈折表面の遠用度数測定位置F2を通る一本の子午線を境に左右非対称とし、かつ、この第2の屈折表面の近用度数測定位置N2の配置は、所定の距離だけ鼻側に内寄せされていることを特徴とする両面非球面型累進屈折力レンズ。

この構成によれば、眼球側表面における横方向累進作用の分担比率を高くすることにより、水平方向に視野が広がるとともに、物体側表面における縦方向累進作用の分担比率を高くすることにより、遠近の視線移動がしやすく、適切な平均度数の広い両眼視野を有し、装用時にゆれ、歪み、ぼけの少ない累進屈折力レンズを提供できる。

(第6の構成)

第5の構成にかかる両面非球面型累進屈折力レンズにおいて、

前記両面非球面型累進屈折力レンズの近用部における透過平均度数の分布を、鼻側が密、こめかみ側が疎になるように配置することを特徴とする両面非球面型累進屈折力レンズ。

この構成によれば、第5の構成の効果に加え、特に近用部から側方にかけての透過平均度数が左右眼で近似するようになり、より良好な両眼視が可能となる。

(第7の構成)

物体側表面である第1の屈折表面と、眼球側表面である第2の屈折表面とに分割配分されている累進屈折力作用を備えた両面非球面型累進屈折力レンズの設計方法であって、

前記第1の屈折表面において、遠用度数測定位置F1における横方向の表面屈折力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれ、 DH_f 、 DV_f とし、

前記第1の屈折表面において、近用度数測定位置N1における横方向の表面屈折力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれ DH_n 、 DV_n とすると、

$$DH_f + DH_n < DV_f + DV_n, \text{ かつ } DH_n < DV_n$$

となる関係式を満足させると共に、前記第1の屈折表面のF1及びN1における表面非点収差成分を、前記第2の屈折表面にて相殺し、前記第1と第2の屈折表面とを合わせて処方値に基づいた遠用度数(D_f)と加入度数(ADD)とを与えるようにし、

前記第1の屈折表面の平均度数の分布が、前記遠用度数測定位置F1を通る一本の子午線を境に左右対称とし、前記第2の屈折表面の平均度数の分布が、この第2の屈折表面の遠用度数測定位置F2を通る一本の子午線を境に左右非対称とし、かつ、この第2の屈折表面の近用度数測定位置N2の配置は、所定の距離だけ鼻側に内寄せされていることを特徴とする両面非球面型累進屈折力レンズの設計方法。

この構成によれば、眼球側表面における横方向累進作用の分担比率を高くすることにより、水平方向に視野が広がるとともに、物体側表面における縦方向累進作用の分担比率を高くすることにより、遠近の視線移動がしやすく、適切な平均度数の広い両眼視野を有し、装用時にゆれ、歪み、ぼけの少ない累進屈折力レンズが得られる設計方法を提供できる。

(第8の構成)

第7の構成にかかる両面非球面型累進屈折力レンズの設計方法において、

前記両面非球面型累進屈折力レンズの近用部における透過平均度数の分布を、鼻側が密、こめかみ側が疎になるように配置することを特徴とする両面非球面型累進屈折力レンズの設計方法。

この構成によれば、第7の構成の効果に加え、特に近用部から側方にかけての透

過平均度数が左右眼で近似するようになり、より良好な両眼視が可能となる。

(第9の構成)

物体側表面である第1の屈折表面と、眼球側表面である第2の屈折表面とに、分割配分されている累進屈折力作用を備えた両面非球面型累進屈折力レンズであって、

前記第1の屈折表面において、近用度数測定位置N1における横方向の表面屈折力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれDHn、DVnとするとき、

$$DVn - DHn > ADD / 2$$

となる関係式を満足させると共に、前記第1の屈折表面のN1における表面非点収差成分を前記第2の屈折表面にて相殺し、前記第1と第2の屈折表面とを合わせて、処方値に基づいた近用度数(Dn)を与える構成となっていることを特徴とする両面非球面型累進屈折力レンズ。

この構成によれば、特に、近用部において、眼球側表面における横方向累進作用の分担比率を高くすることにより、水平方向に視野が広がり、同時に、物体側表面における縦方向累進作用の分担比率が高まることになるので、遠近の視線移動がしやすく、装用時にゆれ、歪みの少ない累進屈折力レンズを提供できる。

(第10の構成)

第9の構成にかかる両面非球面型累進屈折力レンズにおいて、

前記第1の屈折表面において、遠用度数測定位置F1における横方向の表面屈折力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれDHf、DVfとするとき、

$$DHf + DHn < DVf + DVn、かつ、DVn - DVf > ADD / 2、かつ、$$

$$DHn - DHf < ADD / 2$$

となる関係式を満足させると共に、前記第1の屈折表面のF1及びN1における表面非点収差成分を前記第2の屈折表面にて相殺し、前記第1と第2の屈折表面とを合わせて処方値に基づいた遠用度数(Df)と加入度数(ADD)を与える構成となっていることを特徴とする両面非球面型累進屈折力レンズ。

この構成によれば、第9の構成の効果に加え、遠用部およびレンズ面全体においてもゆれや歪みの抑制された累進屈折力レンズを提供できる。

(第11の構成)

第9又は第10の構成にかかる両面非球面型累進屈折力レンズにおいて、前記第1の屈折表面が、前記遠用度数測定位置F1を通る一本の子午線を境に左右対称であり、前記第2の屈折表面が、この第2の屈折表面の遠用度数測定位置F2を通る一本の子午線を境に左右非対称であって、かつ、この第2の屈折表面の近用度数測定位置N2の配置は、所定の距離だけ鼻側に内寄せされていることを特徴とする両面非球面型累進屈折力レンズ。

この構成によれば、第9又は第10の構成の効果に加え、特に遠用部から近用部において視線を移動させるとき、より広い両眼視野を与えることができる。

(第12の構成)

第9〜第11のいずれかにかかる両面非球面型累進屈折力レンズにおいて、前記第1の屈折表面が、前記遠用度数測定位置F1を通る一本の子午線を母線とした回転面であり、前記第2の屈折表面が、この第2の屈折表面の遠用度数測定位置F2を通る一本の子午線を境に左右非対称であって、かつ、この第2の屈折表面の近用度数測定位置N2の配置は、所定の距離だけ鼻側に内寄せされていることを特徴とする両面非球面型累進屈折力レンズ。

この構成によれば、第9〜11のいずれかの構成の効果に加え、物体側表面に、像のゆれの原因となる面のねじれを存在させないようにすることができる。また、遠用部から近用部において視線を移動させるとき、より広い両眼視野を与えることができる。

(第13の構成)

第9〜第11のいずれかに記載の両面非球面型累進屈折力レンズにおいて、前記第1の屈折表面において、前記遠用度数測定位置F1を通る水平方向断面曲線は、真円ではなく所定の屈折力変化を有しており、かつ、この水平方向断面曲線上の任意の位置における法線を含む垂直方向断面による断面曲線は、前記遠用度数測定位置F1を通る子午線と実質的に同一であることを特徴とする両面非球面型累進屈折力レンズ。

この構成によれば、第9〜第11のいずれかの構成の効果に加え、上記構成を採用することにより、左右側方のゆがみを緩和させ、側方視野を改良することができる。

(第14の構成)

第9ー第13のいずれかに記載の両面非球面型累進屈折力レンズにおいて、前記第1と第2の屈折表面とを合わせて処方値に基づいた遠用度数(Df)と加入度数(ADD)とを与えると共に、必要に応じてプリズム屈折力(Pf)を与える構成とする上で、装用状態における視線とレンズ面とが直交しないことに起因する非点収差や度数誤差の発生、及び周辺視野における像の歪みの発生の少なくとも1種以上の項目について非球面補正したことを特徴とする両面非球面型累進屈折力レンズ。

この構成によれば、第9ー第13のいずれかの構成の効果に加え、上記の非球面補正により、透過非点収差や透過度数誤差、及び周辺視野における像の歪みの発生等を抑制した累進屈折力レンズを提供できる。

(第15の構成)

物体側表面である第1の屈折表面と、眼球側表面である第2の屈折表面とに、分割配分されている累進屈折力作用を備えた両面非球面型累進屈折力レンズの設計方法であって、

前記第1の屈折表面において、近用度数測定位置N1における横方向の表面屈折力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれDHn、DVnとすると、

$$DVn - DHn > ADD / 2$$

となる関係式を満足させると共に、前記第1の屈折表面のN1における表面非点収差成分を前記第2の屈折表面にて相殺し、前記第1と第2の屈折表面とを合わせて、処方値に基づいた近用度数(Dn)とすることを特徴とする両面非球面型累進屈折力レンズの設計方法。

この構成によれば、特に、近用部において、眼球側表面における横方向累進作用の分担比率を高くすることにより、水平方向に視野が広がり、同時に、物体側表面における縦方向累進作用の分担比率が高まることになるので、遠近の視線移動がしやすく、装用時にゆれ、歪みの少ない累進屈折力レンズが得られる設計方法を提供できる。

(第16の構成)

第15の構成にかかる両面非球面型累進屈折力レンズの設計方法において、

前記第1の屈折表面において、遠用度数測定位置F1における横方向の表面屈折

力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれ DH_f 、 DV_f とすると、

$$DH_f + DH_n < DV_f + DV_n, \text{ かつ, } DV_n - DV_f > ADD/2, \text{ かつ, } \\ DH_n - DH_f < ADD/2$$

となる関係式を満足させると共に、前記第1の屈折表面の $F1$ 及び $N1$ における表面非点収差成分を前記第2の屈折表面にて相殺し、前記第1と第2の屈折表面とを合わせて処方値に基づいた遠用度数(D_f)と加入度数(ADD)を与えることを特徴とする両面非球面型累進屈折力レンズの設計方法。

この構成によれば、第15の構成の効果に加え、遠用部およびレンズ面全体においてもゆれや歪みの抑制された累進屈折力レンズが得られる設計方法を提供できる。

(第17の構成)

第15又は16にかかる両面非球面型累進屈折力レンズの設計方法において、

前記第1の屈折表面が、前記遠用度数測定位置 $F1$ を通る一本の子午線を境に左右対称であり、前記第2の屈折表面が、この第2の屈折表面の遠用度数測定位置 $F2$ を通る一本の子午線を境に左右非対称であって、かつ、この第2の屈折表面の近用度数測定位置 $N2$ の配置は、所定の距離だけ鼻側に内寄せされていることを特徴とする両面非球面型累進屈折力レンズの設計方法。

この構成によれば、第15又は第16の構成の効果に加え、特に遠用部から近用部において視線を移動させるとき、より広い両眼視野を与えることができる。

(第18の構成)

第15～第17のいずれかにかかる両面非球面型累進屈折力レンズ設計方法において、

前記第1の屈折表面が、前記遠用度数測定位置 $F1$ を通る一本の子午線を母線とした回転面であり、前記第2の屈折表面が、この第2の屈折表面の遠用度数測定位置 $F2$ を通る一本の子午線を境に左右非対称であって、かつ、この第2の屈折表面の近用度数測定位置 $N2$ の配置は、所定の距離だけ鼻側に内寄せされていることを特徴とする両面非球面型累進屈折力レンズ設計方法。

この構成によれば、第15～17のいずれかの構成の効果に加え、物体側表面に、像のゆれの原因となる面のねじれを存在させないようにすることができる。また、遠用

部から近用部において視線を移動させるとき、より広い両眼視野を与えることができる。

(第19の構成)

第15ー第17のいずれかにかかる両面非球面型累進屈折力レンズの設計方法において、

前記第1の屈折表面において、前記遠用度数測定位置F1を通る水平方向断面曲線を、真円ではなく所定の屈折力変化を有するものとし、かつ、この水平方向断面曲線上の任意の位置における法線を含む垂直方向断面による断面曲線は、前記遠用度数測定位置F1を通る子午線と実質的に同一とすることを特徴とする両面非球面型累進屈折力レンズの設計方法。

この構成によれば、第15ー第17のいずれかの構成の効果に加え、上記構成を採用することにより、左右側方のゆがみを緩和させ、側方視野を改良することができる。

(第20の構成)

第15ー第19のいずれかにかかる両面非球面型累進屈折力レンズの設計方法において、

前記第1と第2の屈折表面とを合わせて処方値に基づいた遠用度数(Df)と加入度数(ADD)とを与えると共に、必要に応じてプリズム屈折力(Pf)を与える構成とする上で、装用状態における視線とレンズ面とが直交しえないことに起因する非点収差や度数誤差の発生、及び周辺視野における像の歪みの発生の少なくとも1種以上の項目について非球面補正したことを特徴とする両面非球面型累進屈折力レンズの設計方法。

この構成によれば、第15ー第19のいずれかの構成の効果に加え、上記の非球面補正により、透過非点収差や透過度数誤差、及び周辺視野における像の歪みの発生等を抑制した累進屈折力レンズが得られる設計方法を提供できる。

(第21の構成)

物体側表面である第1の屈折表面と、眼球側表面である第2の屈折表面とに分割配分されている累進屈折力作用を備えた両面非球面型累進屈折力レンズであって、前記第1の屈折表面において、遠用度数測定位置F1における横方向の表面屈折

力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれ、DHf、DVfとし、

前記第1の屈折表面において、近用度数測定位置N1における横方向の表面屈折力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれDHn、DVnとすると、

$$DVn - DVf > ADD / 2$$

となる関係式を満足させると共に、前記第1の屈折表面のF1及びN1における表面非点収差成分を、前記第2の屈折表面にて相殺し、前記第1と第2の屈折表面とを合わせて処方値に基づいた加入度数(ADD)を与えるようにし、

かつ、

F1を通る縦方向断面曲線において、F1からN1と同じ高さに至る縦方向断面度数変化の50%を与える位置を中心として縦方向へ±4mmに位置する2本の水平線と、F1を通る縦方向の直線から水平方向へ±15mmに位置する2本の縦線で囲まれた矩形内の任意の位置において、

前記第1の屈折表面における表面縦方向断面度数の微分値は、横方向微分値の絶対値よりも縦方向微分値の絶対値の方が大きいことを特徴とする両面非球面型累進屈折力レンズ。

この構成によれば、特に、累進屈折力レンズの使用頻度の高い中央の領域で、物体側表面における縦方向累進作用の分担比率を高めることにより、物体側表面の面のねじれを減少させ、像のゆれや歪みを抑制することができる。

(第22の構成)

物体側表面である第1の屈折表面と、眼球側表面である第2の屈折表面とに分割配分されている累進屈折力作用を備えた両面非球面型累進屈折力レンズであって、

前記第1の屈折表面において、遠用度数測定位置F1における横方向の表面屈折力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれ、DHf、DVfとし、

前記第1の屈折表面において、近用度数測定位置N1における横方向の表面屈折力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれDHn、DVnとすると、

$$DVn - DVf > ADD / 2$$

となる関係式を満足させると共に、前記第1の屈折表面のF1及びN1における表面非点収差成分を、前記第2の屈折表面にて相殺し、前記第1と第2の屈折表面とを合

わせて処方値に基づいた加入度数(ADD)を与えるようにし、

かつ、

F1を通る縦方向断面曲線において、F1からN1と同じ高さに至る縦方向断面度数変化の50%を与える位置を中心として縦方向へ±4mmに位置する2本の水平線と、F1を通る縦方向の直線から水平方向へ±15mmに位置する2本の縦線で囲まれた矩形内の任意の位置において、

前記第1の屈折表面における表面非点収差量の微分値は、横方向微分値の絶対値よりも縦方向微分値の絶対値の方が大きく、

かつ、

前記矩形内の任意の位置において、

前記第1の屈折表面における表面平均度数の微分値は、横方向微分値の絶対値よりも縦方向微分値の絶対値の方が大きいことを特徴とする両面非球面型累進屈折力レンズ。

この構成によれば、特に、累進屈折力レンズの使用頻度の高い中央の領域で、物体側表面における縦方向累進作用の分担比率を高めることにより、物体側表面の面のねじれを減少させ、像のゆれや歪みを抑制することができる。また、表面非点収差量や表面平均度数を指標とすることにより、レンズの光学的性能の評価が容易となる。

(第23の構成)

物体側表面である第1の屈折表面と、眼球側表面である第2の屈折表面とに分割配分されている累進屈折力作用を備えた両面非球面型累進屈折力レンズの設計方法であって、

前記第1の屈折表面において、遠用度数測定位置F1における横方向の表面屈折力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれ、DHf、DVfとし、

前記第1の屈折表面において、近用度数測定位置N1における横方向の表面屈折力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれDHn、DVnとするとき、

$$DVn - DVf > ADD / 2$$

となる関係式を満足させると共に、前記第1の屈折表面のF1及びN1における表面

非点収差成分を、前記第2の屈折表面にて相殺し、前記第1と第2の屈折表面とを合わせて処方値に基づいた加入度数(ADD)を与えるようにし、

かつ、

F1を通る縦方向断面曲線において、F1からN1と同じ高さに至る縦方向断面度数変化の50%を与える位置を中心として縦方向へ±4mmに位置する2本の水平線と、F1を通る縦方向の直線から水平方向へ±15mmに位置する2本の縦線で囲まれた矩形内の任意の位置において、

前記第1の屈折表面における表面縦方向断面度数の微分値は、横方向微分値の絶対値よりも縦方向微分値の絶対値の方を大きくすることを特徴とする両面非球面型累進屈折力レンズの設計方法。

この構成によれば、特に、累進屈折力レンズの使用頻度の高い中央の領域で、物体側表面における縦方向累進作用の分担比率を高めることにより、物体側表面の面のねじれを減少させ、像のゆれや歪みを抑制することができる。

(第24の構成)

物体側表面である第1の屈折表面と、眼球側表面である第2の屈折表面とに分割配分されている累進屈折力作用を備えた両面非球面型累進屈折力レンズの設計方法であって、

前記第1の屈折表面において、遠用度数測定位置F1における横方向の表面屈折力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれ、DHf、DVfとし、

前記第1の屈折表面において、近用度数測定位置N1における横方向の表面屈折力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれDHn、DVnとするとき、

$$DVn - DVf > ADD / 2$$

となる関係式を満足させると共に、前記第1の屈折表面のF1及びN1における表面非点収差成分を、前記第2の屈折表面にて相殺し、前記第1と第2の屈折表面とを合わせて処方値に基づいた加入度数(ADD)を与えるようにし、

かつ、

F1を通る縦方向断面曲線において、F1からN1と同じ高さに至る縦方向断面度数変化の50%を与える位置を中心として縦方向へ±4mmに位置する2本の水平線と

、F1を通る縦方向の直線から水平方向へ $\pm 15\text{mm}$ に位置する2本の縦線で囲まれた矩形内の任意の位置において、前記第1の屈折表面における表面非点収差量の微分値は、横方向微分値の絶対値よりも縦方向微分値の絶対値の方を大きく、

かつ、

前記矩形内の任意の位置において、

前記第1の屈折表面における表面平均度数の微分値は、横方向微分値の絶対値よりも縦方向微分値の絶対値の方を大きくすることを特徴とする両面非球面型累進屈折力レンズの設計方法。

この構成によれば、特に、累進屈折力レンズの使用頻度の高い中央の領域で、物体側表面における縦方向累進作用の分担比率を高めることにより、物体側表面の面のねじれを減少させ、像のゆれや歪みを抑制することができる。また、表面非点収差量や表面平均度数を指標とすることにより、レンズの光学的性能の評価が容易となる。

発明の効果

[0020] 本発明によれば、累進屈折力レンズの累進作用について、レンズの縦方向と横方向とに分割した上で、各々の方向に対して最適な物体側、眼球側の表裏2面の分担比率を定め、一枚の両面非球面型累進屈折力レンズを構成し、裏面(眼球側表面)における横方向累進作用の分担比率を高くすることにより、水平方向に視界が広がるという利点を享受できるとともに、表面(物体側表面)における縦方向累進作用の分担比率を高くすることにより、垂直方向には遠近の眼球回旋角が増すという欠点を抑えることが可能となった。

さらに、累進屈折力レンズにおいて、遠用部と近用部とにおける像の倍率差を低減することにより、装用時における歪みの少ない広範囲な有効視野を与えることもできた。

また、累進屈折力レンズの物体側表面として「左右対称の半完成品」を用い、受注後に眼球側表面のみを近方視における眼の輻湊作用に対応した左右非対称な曲面として加工することも可能であり、加工時間とコストとを低減させることができる。

発明を実施するための最良の形態

[0021] 以下、図面を参照しながら、本発明の実施の形態について説明する。尚、当該説明において、前段部では本発明者らの解明過程について説明し、後段では当該解明結果に基づいた本発明に係る両面非球面型累進屈折力レンズについて説明する。

[0022] ここで、図1は眼鏡レンズ表面の各位置における各種の表面屈折力の説明図、図2は眼球と視線とレンズとの位置関係の説明図、図3-1、図3-2及び図3-3並びに図4-1、図4-2及び図4-3はプリズムの倍率 M_y に関する説明図であってプラスレンズとマイナスレンズによる違い、主としてレンズの下部である近用部を用いて眺めた場合の倍率の違いに関する説明図、図5-1は累進屈折力レンズの光学的レイアウトの説明図であって累進屈折力レンズを物体側表面から眺めた正面図、図5-2は累進屈折力レンズの光学的レイアウトの説明図であって縦方向の断面を表す側面図、図5-3は累進屈折力レンズの光学的レイアウトの説明図であって横方向の断面を表す立面図、図6は「加入度数」の定義の違いを示す説明図である。なお、これらの図において、符号Fは遠用度数測定位置、Nは近用度数測定位置、Qはプリズム度数測定位置を示す。また、図1等に記した他の符号は、

DVf: Fを通る縦方向断面曲線の、Fにおける表面屈折力

DVn: Nを通る縦方向断面曲線の、Nにおける表面屈折力

DHf: Fを通る横方向断面曲線の、Fにおける表面屈折力

DHn: Nを通る横方向断面曲線の、Nにおける表面屈折力

を表している。さらに、図の屈折表面が物体側表面である第1の屈折表面である場合には全ての符号に添字1を付し、眼球側表面である第2の屈折表面である場合には全ての符号に添字2を付して識別する。

[0023] また、符号F1及びF2は物体側表面と眼球側表面の遠用度数測定位置、同様にN1及びN2は物体側表面と眼球側表面の近用度数測定位置を示す。さらに、Eは眼球、Cは眼球の回旋中心点、SはCを中心とした参照球面、Lf及びLnはそれぞれ遠用度数測定位置と近用度数測定位置を通る視線である。また、Mは正面上方から下方まで両眼視したときの視線が通過する、主注視線と呼ばれる曲線である。そして、F1、N1、F2、N2、N3は、「加入度数」の定義によって異なるレンズメーターの開口

部を当てる部位を示している。

[0024] [解明過程]

本発明者らは、上記従来技にて説明した(a)の課題である「パラメータを近用部に対応させる」ことと、(d)の課題である「対物距離を考慮すること」によって改善した近用部に対応した倍率の計算式は次のようにして求めることとした。すなわち、 M_p をパワーファクター、 M_s をシェープファクターとしたとき、像の倍率 SM は、

$$SM = M_p \times M_s \cdots (1')$$

で表される。ここで、視標までの対物パワー(m 単位で表した対物距離の逆数)を P_x とし、レンズの近用部における眼球側の面から眼球までの距離を L 、近用部における屈折力(近用部における内側頂点屈折力)を P_o 、レンズの近用部における厚みを t 、レンズの屈折率を n 、レンズの近用部における物体側の面のベースカーブ(屈折力)を P_b とすると、以下の関係が成立する。

$$M_p = (1 - (L + t)P_x) / (1 - L \times P_o) \cdots (2')$$

$$M_s = 1 / (1 - t \times (P_x + P_b) / n) \cdots (3')$$

- [0025] これらの式において、各パラメータを遠用部に対応させ、対物距離のパワー表示である P_x に対して無限遠に対応した値である0を代入すると、前述の従来技術1の数式に一致する。即ち、従来技術1において用いられていた数式とは、「無限遠の対物距離である遠方視専用の数式」であったと考えられる。さて、ここで(1')は、前述の従来技術1の数式と同一であるが、一般に、近方視の対物距離は0.3m〜0.4m程度なので、その逆数である P_x は−2.5〜−3.0程度の値となる。したがって、(2')において分子の値が増えるので M_p の値は増大し、(3')では分母の値が増えるので M_s の値は減

少する。即ち、近方視におけるシェープファクター M_s の影響は、従来技術1の計算結果よりも少ないことがわかる。例えば $P_b = -P_x$ 、即ち、レンズの物体側の面のベースカーブ(屈折力)が+2.5〜+3.0程度の値である場合には、 $M_s = 1$ となり、近方視におけるシェープファクターは像の倍率に全く無関係となることが解る。

- [0026] さて、以上のようにして各パラメータを近用部に対応させ、「対物距離」をも考慮した倍率の計算式を求めることが出来た。しかし、実際の近方視における倍率を算出する

には、更に、前記従来技術1の(b)の課題である「視線とレンズ面との角度」についても考慮しなければならない。ここで重要なことは「視線とレンズ面との角度」には方向性があるということである。そして、「視線とレンズ面との角度」を考慮するということは、前記従来技術1の(c)の課題である「像の倍率」の方向性を同時に考慮するということに
他ならない。

- [0027] この観点で前述の(1')-(3')における第1の計算式を見直すと、「視線とレンズ面との角度」が影響する計算ファクターとして、近用部における内側頂点屈折力 P_o と近用部における物体側の面のベースカーブ(屈折力) P_b がある。ここで、近方視における視線と近用部領域の光軸とのなす角を α 、近方視における視線と近用部における物体側表面の法線とのなす角を β として、よく知られたMartinの近似式を用いると、
近用部における縦方向の内側頂点屈折力: $P_{ov}=P_o \times (1 + \sin^2 \alpha \times 4/3)$
近用部における横方向の内側頂点屈折力: $P_{oh}=P_o \times (1 + \sin^2 \alpha \times 1/3)$
近用部における物体側表面の縦断面屈折力: $P_{bv}=P_b \times (1 + \sin^2 \beta \times 4/3)$
近用部における物体側表面の横断面屈折力: $P_{bh}=P_b \times (1 + \sin^2 \beta \times 1/3)$
となる。このように、角 α や β 、及び P_o や P_b がゼロでない限り、屈折力やパワーファクター、シェープファクターなどは縦横で異なる値となり、その結果、縦方向と横方向との倍率に差が生じてくるのである。

- [0028] ここでは「視線の方向に応じて屈折力が変わる」ことを簡単に説明するために近似式を用いたが、実際の光学設計においては厳密な光線追跡計算によってこれらの値を求めることが望ましい。これらの計算方法の非限定的な一例について説明する。

まず、スネルの法則を用いて視線に沿った光路を計算し、 L 、 t 及び、物体側屈折面から物点までの距離を算出する。次に、この光路に沿って、微分幾何学における第1基本形式、第2基本形式、Weingartenの式などを用いることによって、レンズの物体側屈折面及び、眼球側屈折面における光路上での屈折の影響を考慮にいたした屈折力を計算することが出来る。これらの式や計算方法は極めて古くから公知であり、たとえば公知文献「微分幾何学」(矢野健太郎著 (株)朝倉書店発行 初版1949年)などに記載されているので説明は省略する。

[0029] さて、このように厳密な光線追跡計算を行なうことで、前記従来技術1における(a)～(d)の課題であったL、Po、t、Pbの4個の計算ファクターについての考慮もなされ、レンズ中心から大きく下方に位置する近用部はもちろん、全ての視線方向において厳密な倍率計算が可能となる。

このようにして前述の項目、

近用部における縦方向の内側頂点屈折力:Pov

近用部における横方向の内側頂点屈折力:Poh

近用部における物体側表面の縦断面屈折力:Pbv

近用部における物体側表面の横断面屈折力:Pbh

について、Martinの近似式を用いるよりも更に高い精度で求められるのである。

[0030] このように、「視線の方向に応じて屈折力が変わる」ことから、前述した像の倍率計算においても、全て視線方向の違いに対応させるべきことも容易に理解される。ここで、Mpをパワーファクター、Msをシェープファクターとし、縦方向についてはv、横方向についてはhの添字を付けて表すと、像の倍率SMについて、前述の(1')～(3')の式は、次のように書き換えられる。

$$SM_v = M_{pv} \times M_{sv} \cdots (1v')$$

$$SM_h = M_{ph} \times M_{sh} \cdots (1h')$$

$$M_{pv} = (1 - (L + t) P_x) / (1 - L \times P_{ov}) \cdots (2v')$$

$$M_{ph} = (1 - (L + t) P_x) / (1 - L \times P_{oh}) \cdots (2h')$$

$$M_{sv} = 1 / (1 - t \times (P_x + P_{bv}) / n) \cdots (3v')$$

$$M_{sh} = 1 / (1 - t \times (P_x + P_{bh}) / n) \cdots (3h')$$

以上のようにして、前記従来技術1の課題(a)から(d)までに対応することが出来た。

[0031] 最後に、実際の近方視における倍率を算出する上での、前述の従来技術1の課題(e)である「プリズム作用による影響」について述べる。

プリズムそのものに、レンズのような屈折力は存在しないが、プリズムへの光線の入射角度や出射角度によってプリズムの倍率 M_y が変化する。ここで、図3-1および図4-1の左側の如く、真空中から屈折率nの媒質中に入射した光線が媒質表面で屈

折する場合の角倍率 γ を考える。このときの入射角を i 、屈折角を r としたとき、良く知られた Snell の法則により

$$n = \sin i / \sin r$$

である。また、屈折による角倍率 γ は、

$$\gamma = \cos i / \cos r$$

で表される。ここで、 $n \geq 1$ であるから、一般に $i \geq r$ となり $\gamma \leq 1$ となる。ここで γ が最大値 1 となるのは $i = r = 0$ 、即ち垂直入射の場合である。また、屈折角 r が

$n = 1 / \sin r$ となるとき、 γ は理論上の最小値

$$\gamma = 0$$

となる。このとき

$$i = \pi / 2$$

であり、 r は媒質中から光線が出る場合の全反射の臨界角に等しい。

- [0032] 一方、図 3-1 および図 4-1 の右側の如く、屈折率 n の媒質から真空中へ、光線が出る場合の角倍率 γ' は上記と全く逆となる。即ち、媒質内部から媒質表面で屈折して真空中に光線が出る場合の入射角を i' 、屈折角を r' としたとき、Snell の法則は

$$1/n = \sin i' / \sin r'$$

となり、角倍率は

$$\gamma' = \cos i' / \cos r'$$

で表される。 $n \geq 1$ であるから、一般に $r' \geq i'$ となり $\gamma' \geq 1$ となる。ここで、 γ' が最小値 1 となるのは

$$i' = r' = 0、$$

即ち垂直入射の場合である。また、入射角 i' が

$$n = 1 / \sin i'$$

となるとき、 γ' は理論上の最大値 $\gamma' = \infty$ となる。このとき $r' = \pi / 2$ であり、 i' は媒質中から光線が出る場合の全反射の臨界角に等しい。

- [0033] 図 3-3 および図 4-3 の如く、一枚の眼鏡レンズの物体側表面に入射した光線がレンズ内部を通過し、眼球側表面から出射して眼球に到達する場合を考える(以後、説明の簡略化のために簡易的に、空気の屈折率は、真空中と同じ 1 に近似して考える

こととする。)。眼鏡レンズの屈折率を n 、物体側表面に入射した光線の入射角を i 、屈折角を r とし、レンズ内部から眼球側表面に到達した光線の入射角を i' 、出射した光線の屈折角を r' とすると、眼鏡レンズの二つの表面を透過した角倍率 M_γ は前述の2種類の角倍率の積で表わされ、

$$M_\gamma = \gamma \times \gamma' = (\cos i \times \cos i') / (\cos r \times \cos r')$$

となる。これは、レンズ表面の屈折力とは無関係であり、プリズムの倍率として知られている。

[0034] ここで、図3-1および図4-1の如く、 $i=r'$ 、 $r=i'$ の場合を考えると、

$$M_\gamma = \gamma \times \gamma' = 1$$

となり、プリズムを通して見た像の倍率に変化がないことになる。ところが、図3-2の如く、眼鏡レンズの物体側表面に垂直に光線が入射した場合は、

$$M_\gamma = \gamma' = \cos i' / \cos r' \geq 1$$

となり、逆に、図4-2の如く、眼鏡レンズの眼球側表面から光線が垂直出射した場合は、

$$M_\gamma = \gamma = \cos i / \cos r \leq 1$$

となる。

[0035] ここで、重要なことは、これらのプリズムの倍率 M_γ には方向性があるということである。即ち、累進屈折力レンズにおけるプリズムの分布について考えると、度数や処方プリズム値によって異なるのは当然であるが、概してレンズ中央に近い遠方視におけるプリズムは少なく、レンズの下方に位置する近方視における縦方向のプリズムは大きい。従って、プリズムの倍率 M_γ は、特に近方視の縦方向に対して影響が大きいといえる。

[0036] 累進屈折力レンズのみならず、眼鏡レンズは一般に物体側表面が凸であり、眼球側表面が凹であるメニスカス形状をしている、そして、近方視における視線が下向きであることを考え合わせると、図3-3に示すように、近用部が正の屈折力を有する累進屈折力レンズの近方視は、 $M_\gamma = 1$ である図3-1よりも $M_\gamma \geq 1$ である図3-2の形状に近く、少なくとも $M_\gamma > 1$ と言える。同様に、図4-3に示すように、近用部が負の屈折力を有す

る累進屈折力レンズの近方視は、 $M_{\gamma} = 1$ である図4-1よりも $M_{\gamma} \leq 1$ である図4-2の形状に近く、少なくとも $M_{\gamma} < 1$ と言える。従って、近用部が正の屈折力を有する累進屈折力レンズの近方視では $M_{\gamma} > 1$ であり、近用部が負の屈折力を有する累進屈折力レンズの近方視では $M_{\gamma} < 1$ となる。

[0037] この結果、前記従来技術1におけるレンズの倍率SMは、前述の如く、パワーファクター M_p とシェープファクター M_s との積としてしか把握されていなかったのに対し、本発明では更にプリズムの倍率 M_{γ} を掛け合わせて、正しいレンズの倍率を得ようとするものである。

[0038] このプリズムによる倍率 M_{γ} を、 M_p や M_s との対比から「プリズムファクター」と呼ぶこととし、縦方向についてはv、横方向についてはhの添字を付けて表すと、像の倍率(SM)について、前述の(1v')と(1h')の式は次のように書き換えられる。

$$SM_v = M_{pv} \times M_{sv} \times M_{\gamma v} \cdots (1v'')$$

$$SM_h = M_{ph} \times M_{sh} \times M_{\gamma h} \cdots (1h'')$$

なお、これらの $M_{\gamma v}$ や $M_{\gamma h}$ は、前述の厳密な光線追跡の計算過程において求めることが出来る。これにより、前述の眼鏡の倍率計算におけるプリズム作用による影響の課題を解決することが出来た。

[0039] 通常の凸面累進屈折力レンズでは、物体側表面の「累進面」の表面屈折力が遠用部<近用部となっている。これに対して前記従来技術1の累進屈折力レンズでは、物体側表面の「累進面」の表面屈折力を、遠用部＝近用部などとする事で、遠近のシェープファクターの割合を変え、遠近の像の倍率差を減少させることで累進屈折力レンズの像の歪みや揺れを改善しようとするものである。

[0040] ところが、本願発明における考察では、物体側表面の「累進面」の遠近の表面屈折力差を少なくすることにより、横方向についての遠近の像の倍率差が減少するという利点が生ずるが、この利点は、縦方向について表面屈折力差を少なくすることには幾つかの問題のあることがわかった。

[0041] 第1の問題は、縦方向のプリズムファクター $M_{\gamma v}$ の影響である。

前述の如く縦方向のプリズムファクター $M_{\gamma v}$ は、負の屈折力を有する場合には $M_{\gamma v} < 1$ であり、正の屈折力を有する場合には $M_{\gamma v} > 1$ となるが、その傾向は縦方向

の表面屈折力差を少なくすることによって強められ、近用部の度数が正負いずれの場合にも、裸眼の倍率である $M_{\gamma v}=1$ から離れていく。ところが横方向のプリズムファクター $M_{\gamma h}$ にはそのような影響はなく、 $M_{\gamma h}=1$ のままである。その結果、特に近用部から下方にかけての像の倍率に縦横の差が生じ、本来正方形に見えるべきものが、プラス度数にあつて縦長に、マイナス度数にあつては横長に見えてしまうという不都合が生ずる。

[0042] 第2の問題は、特に近用部の縦方向が正の屈折力を有する場合にのみ起きる問題である。それは縦方向の表面屈折力差を少なくすることによって、近方視における視線とレンズ面との角度が更に斜めとなり、前述の縦方向のパワーファクター M_{pv} が増大し、第1の問題であつた縦方向のプリズムファクター $M_{\gamma v}$ の増大と重複して作用することにより、縦方向の倍率 SM_v が増大し、遠近の像の倍率差がかえって増大してしまうという不都合が生ずる。

[0043] 即ち、物体側表面である累進面の遠近の表面屈折力差を少なくすることは、横方向については利点があるが、縦方向についてはかえって改悪となることが判明した。従つて、従来型の凸面累進屈折力レンズにおいて、物体側表面である累進面を縦方向と横方向とに分け、横方向についてのみ遠近の表面屈折力差を少なくすることで、上述の問題を回避することができるのである。

[0044] これらのことは、次に述べるように、一般にレンズの眼球側である裏面累進(または凹面累進)の長所とされている「視界が広がる」ということについても全く同様である。

一般に「累進面」の側方部には非点収差が存在しているため、水平方向の良好な視界に限界のあることが知られている。そこで、「累進面」を眼球側表面に配置すれば「累進面」そのものが眼に近付くことになり、良好な視界が水平方向に広がるという利点が生ずる。ところが垂直方向においては、逆に遠近の視野領域が遠のく結果となり、眼球を、遠方視から近方視へと回旋させる際の労力が増すという不都合が生ずる。即ち、裏面累進(または凹面累進)は、従来の表面累進(または凸面累進)に比べて、水平方向には視界が広がるという利点があるが、垂直方向には遠方視から近方視に至る際の眼球回旋角が増すという欠点がある。

[0045] ところが本発明においては前述の如く、 $DH_f + DH_n < DV_f + DV_n$ かつ $DH_n < DV_n$ 、または、 $DV_n - DV_f > ADD/2$ かつ $DH_n - DH_f < ADD/2$ となる関係式を満足させる累進屈折力表面を備えているので、水平方向には従来の表面累進(または凸面累進)の特徴よりも裏面累進(または凹面累進)の特徴が強く、垂直方向には裏面累進(または凹面累進)の特徴よりも従来の表面累進(または凸面累進)の特徴が強いことになる。従って本発明によれば、水平方向には視界が広がるという利点を享受しながら、垂直方向には遠近の眼球回旋角が増すという欠点を抑えることが出来る。

[0046] 特に、後述する実施例1に示すように、 $DV_n - DV_f = ADD$ かつ $DH_n - DH_f = 0$ とすれば、垂直方向においては従来の表面累進(または凸面累進)と同等になり、かつ、水平方向においては裏面累進(または凹面累進)と同等になる。従って、この場合には、垂直方向の欠点が回避されながら水平方向の利点が得られるという極めて良好な結果となる。

また、以上のことは、前述の如く遠用部と近用部とにおける像の倍率差を減らし、像の歪みや揺れを改善する上でも有効であり、本発明の効果と言うことが出来る。

[0047] 以上述べたように、本願発明の最も大きな特徴は、累進屈折力レンズの累進作用について、レンズの縦方向と横方向とに分割した上で、各々の方向に対して最適な表裏2面の分担比率を定め、一枚の両面非球面型累進屈折力レンズを構成していることにある。ここで、レンズの物体側表面の縦方向の累進作用の分担比率及び眼球側表面の横方向の累進作用の分担比率は、少なくとも50%を超える形態で設定することができる。例えば、縦方向の累進作用は全てレンズの物体側表面で与え、横方向の累進作用は全てレンズの眼球側表面で与えとする分担比率を設定することもできる。

[0048] この構成を採る場合、レンズの表裏2面のいずれも片面だけでは、通常の累進面として機能せず、累進面としての加入度数を特定することが出来ないことになる。そして、その面に対して処方に従って乱視面などを合成する。

これに対し前述の様々な先行技術は、いずれも加入度数の分担比率に違いはある

ものの、レンズの表裏で、まず累進面として必要な加入度数の「値」を表裏2面にそれぞれ割り当て、各々の加入度数を与える実質的な累進面を想定した上で、必要に応じて乱視面などとの合成面を構成している。即ち、レンズの物体側表面及び眼球側表面で、累進作用を縦方向、横方向に分離して設定する構成を有していない。

[0049] 以上のように、本願発明に係るレンズは、縦横両方向により異なる累進作用を有した非球面を、両面に用いるという全く新規な構成を有する両面非球面型累進屈折力レンズである。

[0050] [本発明に係る両面非球面型累進屈折力レンズ]

以下、本願発明の実施の形態にかかる両面非球面累進屈折レンズを説明する。
(レンズ設計の手順)

両面非球面累進屈折レンズの光学設計方法の概略の手順は、種々の手順を採用できるが、例えば、以下の方法を用いることができる。

[1]レンズ設計のための入力情報の設定。

[2]凸累進屈折力レンズとしてのレンズの両面設計。

[3]本願発明に係る凸面形状への転換と、それに伴うレンズの裏面補正。

[4]透過設計、リスティング則対応設計などに伴うレンズの裏面補正。

以下、個々の手順をさらに細かいステップに分解して詳述する。

[0051] ([1]レンズ設計のための入力情報の設定)

レンズ設計において、所定の累進屈折力眼鏡レンズを定義するための入力情報を設定する。ここでは、入力情報を、下記のアイテム固有情報と装用者固有情報との2種類に大別して説明する。(尚、光学設計以外のファクターは省略する。)

[1]-1:アイテム固有情報

レンズアイテムに固有のデータである。素材の屈折率 N_e 、最小中心肉厚 CT_{min} 、最小コバ厚 ET_{min} 、累進面設計パラメータなどのレンズ物性・形状ファクターに関するデータである。

[1]-2:装用者固有情報

遠用度数(球面度数 S 、乱視度数 C 、乱視軸 AX 、プリズム度数 P 、プリズム基底方向 PAX など)、加入度数 ADD 、フレーム形状データ(3次元形状データが望ましい)

、フレーム装用データ(前傾角、あおり角など)、頂点間距離、レイアウトデータ(遠用PD、近用CD、アイポイント位置など)、その他、眼球に関するデータなどの処方・装用状態・レンズ・フレームに関するファクターのデータである。

なお、装用者から指定される累進帯長や加入度数測定方法、近用部内寄せ量などの累進面設計パラメータは装用者固有情報側に分類している。

[0052] ([2]凸累進屈折力レンズとしてのレンズの両面設計)

最初の段階では、従来型の凸累進屈折力レンズとして凸面と凹面とに分けて設計する。

[2]-1:凸面形状(凸累進面)設計

入力情報として与えられた加入度数ADDや累進帯長を実現するために、入力情報である累進面設計パラメータに従って従来型の凸累進の面形状を設計する。このステップにおける設計では従来の様々なレンズ設計方法を利用することが可能である。

[0053] このレンズ設計方法の具体例として、例えば、まず最初にレンズ面を構成する際、レンズの背骨にあたる「主子午線」を設定する方法がある。この「主子午線」は最終的には眼鏡装用者が正面上方(遠方)から下方(近方)まで両眼視したときの視線とレンズ面との交線にあたる「主注視線」とすることが好ましい。ただし、近方視における眼の輻湊作用に対応した近方領域の内寄せなどの対応は、後述するように必ずしもこの「主注視線」の内寄せ配置にて行う必要はない。従って、ここでの「主注視線」はレンズ中央を通過し、レンズ面を左右に分割する縦方向の一本の子午線(主子午線)として定義する。さらにレンズは表裏2面あるので、この「主子午線」もまた表裏2本存在することになる。この「主子午線」はレンズ面に対して垂直に眺めると直線状に見えるが、レンズ面が曲面である場合、一般に3次元空間において曲線となる。

[0054] 次に、所定の加入度数や累進帯の長さなどの情報をもとに、この「主子午線」に沿った適切な屈折力分布を設定する。この屈折力分布は、レンズの厚みや視線と屈折面との角度などの影響を考慮して、表裏2面に分割設定することも可能であるが、このステップにおける設計では従来型の凸累進の面形状を設計する方法を採用してい

るので、累進作用は全て物体側表面である第1の屈折表面にあるものとする。

従って、例えばレンズの表面(物体側表面である第1の屈折表面)の表面屈折力をD1とし、レンズの裏面(眼球側表面である第2の屈折表面)の表面屈折力をD2としたとき、得られる透過屈折力をDとすると、一般に $D \approx D1 - D2$ 、として近似的に求めることができる。ただし、D1とD2との組み合わせは、当該レンズにおいて、物体側表面が凸であり、眼球側表面が凹であるメニスカス形状であることが望ましい。

尚、ここで、D2は正の値であるとしている。通常、レンズの裏面は凹面であり、表面屈折力としては負の値となるが、本明細書では説明の簡素化の為、正の値とし、D1からD2を減じて透過屈折力Dを算出する。

[0055] この表面屈折力と表面形状との関係式については一般に次の式で定義される

$$D_n = (N - 1) / R$$

ここに、Dn: 第n面の表面屈折力(単位:ジオプター)、N:レンズ素材の屈折率、R:曲率半径(単位:m)である。従って、表面屈折力の分布を曲率の分布に換算する方法は、上記の関係式を変形した、

$$1/R = D_n / (N - 1)$$

を用いる。曲率の分布が得られたことにより、「主子午線」の幾何学的形状が一義的に確定し、レンズ面を構成する際の背骨にあたる「主子午線」が設定されることになる。

[0056] 次に、必要となるのは、レンズ面を構成する際の肋骨にあたる「水平方向の断面曲線群」の設計である。これらの「水平方向の断面曲線群」と「主子午線」とが交わる角度は必ずしも直角である必要は無いが、説明を簡単にする為に、ここでは各々の「水平方向の断面曲線」は「主子午線」上で直角に交わるものとする。さらに「主子午線」との交点における「水平方向の断面曲線群」の「横方向の表面屈折力」もまた、必ずしも「主子午線」に沿った「縦方向の表面屈折力」と等しい必要はないが、本実施例ではこれらの交点における縦方向と横方向の表面屈折力は等しいものとする。

[0057] 全ての「水平方向の断面曲線」はこれらの交点における表面屈折力を有する単純な円形曲線とすることも出来るが、様々な従来技術を組込んだ応用も可能である。「水平方向の断面曲線」に沿った表面屈折力分布に関する従来技術例として、例えば

、特公昭49-3595の技術がある。これはレンズの中央近傍に一本のほぼ円形状の「水平方向の断面曲線」を設定し、それより上方に位置する断面曲線は中央から側方にかけて増加する表面屈折力分布を有し、下方に位置する断面曲線は中央から側方にかけて減少する表面屈折力分布を有することを特徴としている。このように、「主子午線」と、その上に無数に並んだ「水平方向の断面曲線群」が、あたかも背骨と肋骨の如くレンズ面を構成することになり、屈折面が確定する。

[0058] [2]-2:凹面形状(球面または乱視面)設計

入力情報として与えられた遠用度数を実現するために、凹面形状を設計する。遠用度数に乱視度数があれば乱視面となり、無ければ球面となる。このとき、度数に適した中心肉厚CTや凸面と凹面との面相互の傾斜角も同時に設計し、レンズとしての形状を確定する。このステップにおける設計も従来の様々な公知の設計技術を利用することが可能である。

[0059] ([3]本願発明の凸面形状への転換とそれに伴うレンズの裏面補正)

入力情報として与えられた遠用度数や加入度数ADDなどに応じ、従来型の凸累進屈折力レンズから本願発明のレンズとしての形状に転換する。

[3]-1:凸面形状(本願発明)設計

入力情報として与えられた遠用度数や加入度数ADDなどに応じ、従来型の凸累進面から本願発明の凸面形状に転換する。この時、予めレンズの縦方向と横方向とに分割した上で、各々の方向に対して好ましい表裏2面の分担比率を設定しておく。即ち、前述の第1の凸累進のレンズの表面(物体側表面である第1の屈折表面)において、遠用度数測定位置F1における、横方向の表面屈折力をDHf、縦方向の表面屈折力をDVf、近用度数測定位置N1における、横方向の表面屈折力をDHn、縦方向の表面屈折力をDVnとすると、

$$DHf + DHn < DVf + DVn$$

$$\text{かつ } DHn < DVn$$

となる関係式を満足させるか、更に、

$$DVn - DVf > ADD / 2$$

かつ $DH_n - DH_f < ADD/2$

となる関係式を満足させる屈折力表面とする。

本実施態様では両者を満足するものとして設定する。

[0060] このとき、凸面全体の平均的な表面屈折力は変えないで、本願発明の凸面形状に変換することが好ましい。具体的には、例えば、遠用部と近用部との縦横の表面屈折力の総平均値を維持することなどが考えられる。ただし、当該レンズにおいて、物体側表面が凸であり、眼球側表面が凹であるメニスカス形状を保つ範囲内であることが好ましい。

[0061] [3]−2:凹面形状(本願発明)設計

上記[3]−1において、従来型の凸累進面から本願発明の凸面形状に転換した際の変形量を、[2]−2で設計した凹面形状に加算する。即ち、[3]−1のプロセスで加えられたレンズの表面(物体側表面である第1の屈折表面)の変形量を、レンズの裏面(眼球側表面である第2の屈折表面)側にも同じ量だけ加えるのである。この変形は、レンズそのものを曲げる所謂「ベンディング」と似ているが、レンズ全面に渉る均一な変形ではなく、[3]−1に記載した関係式を満足させる表面とするものである。

[0062] 尚、レンズの処方や仕様によっては、このステップで発明が完成する場合もある。しかし、好ましくは、前記の補正を一次近似的な補正として取り扱い、更に、次の、[4]の裏面補正ステップを加えることが好ましい。

[0063] ([4]透過設計、リスティング則対応設計などに伴うレンズの裏面補正)

入力情報としてレンズに課せられた光学的な機能を、装用者が実際にレンズを装用した状況において実現するために、[3]において得られた本願発明に係るレンズに対して、更に裏面補正を加えることが好ましい。

[4]−1:透過設計による凹面形状(本願発明)設計

透過設計とは、装用者がレンズを実際に装用した状況において本来の光学的な機能を得るための設計方法であり、主として視線とレンズ面とが直交しえないことに起因する非点収差の発生や度数の変化を、除去もしくは低減するための「補正作用」を加える設計方法である。

[0064] 具体的には、前述の如く、視線の方向に応じた厳密な光線追跡計算によって、目

的である本来の光学性能との差異を把握し、その差異を打ち消す面補正(カーブ補正)を実施する。これを繰返すことにより差異を極小化させ、最適な解を得ることが出来る。

一般に、目標とする光学性能を有するレンズ形状を直接算出することは極めて困難であり、事実上不可能であることが多い。これは「任意に設定した光学性能を有するレンズ形状」が、実在するとは限らないからである。ところが、これとは逆に「任意に設定したレ

ンズ形状の光学性能」を求めることは比較的容易である。従って、最初に任意の方法で第一次近似の面を仮計算し、その近似面を用いたレンズ形状の光学性能の評価結果に応じて前記設計パラメータを微調整し、次に、レンズ形状を逐次変更して評価ステップに戻り、再評価と再調整を繰り返して目標とする光学性能へ近付けることが可能である。この手法は「最適化」と呼ばれて広く知られている手法の一例である。

[0065] [4]-2: リスティング則対応設計のための凹面形状(本願発明)設計

我々が周囲を見渡すときの眼球の3次元的な回旋運動は、「リスティング則」と呼ばれる規則に則っていることが知られているが、レンズの処方度数に乱視度数がある場合、眼鏡レンズの乱視軸を「正面視での眼球の乱視軸」に合わせたとしても、周辺視をした場合には双方の乱視軸が一致しない場合がある。このように周辺視におけるレンズと眼との乱視軸方向が一致しないことに起因する非点収差の発生や、度数の変化を、除去もしくは低減するための「補正作用」を、本発明に係るレンズの乱視矯正作用を有する側の表面の曲面に加えることが出来る。

[0066] 具体的に、「補正作用」を本発明に係るレンズの曲面に加えるには、[4]-1で用いた「最適化」の方法と同様で、視線の方向に応じた厳密な光線追跡計算によって、目的である本来の光学性能との差異を把握し、その差異を打ち消す面補正を実施する。この操作を繰返すことにより差異を極小化させ、最適な解を得ることが出来る。

[0067] [4]-3: 近用部の内寄せ対応設計のための凹面形状(本願発明)設計

上述した内寄せ方法として、本実施例では、図1及び図5-1の累進屈折力眼鏡レンズの光学的レイアウトの説明図に示すように、主子午線(M)を遠用度数測定位置(F)から近用度数測定位置(N)にかけて鼻側に変位させた設計手法を採用している。こ

の設計手法は、眼の輻輳を考慮した方法であり、輻輳作用に基づく主子午線の鼻側への変位量は、次の式に基づいて設定されている。

$$\text{変位量}(H) \approx A \times D + B$$

ここで、Hは主子午線(M)上の遠用度数測定位置(F)対しの鼻側への変位量、Dは付加屈折力(加入度数ADD)、Aは比例定数、Bは定数(0も含む)である。

[0068] ここで具体的な変位量の値は、レンズの処方や加入度数により異なり、任意に設定できるが、例えば以下の方法が採用できる。

図5-1において、上記点Fを原点として、右方をH座標軸(水平方向変位量)、下方をV座標軸(垂直方向)の座標系を想定した場合、近用度数測定位置(N)のH座標、V座標をそれぞれ H_{MAX} 、 V_{MAX} とし、その加入度数を D_{MAX} とする。すると、例えば、具体的に加入度数 D_{MAX} を3.00、変位量を2.5mm(この場合、B=0を採用)、Vを12mmに設定しておいて、その、遠用度数測定位置(F)から近用度数測定位置(N)の子午線(M)の各点の変位量をVの座標ごとに設定していくことにより達成できる。(例えば、特公昭62-47284号参照)無論、眼の輻輳作用に基づく主子午線(主注視線)の配置は上記の式のみ限定されず、輻輳量の調整や他のファクターを加味したりすることもできる。

[0069] また、レンズの加工方法において、本発明は両面非球面という面構成を採っているが、だからといって必ずしも受注してから、両面の加工を開始する必要はない。例えば本発明の目的にかなう物体側表面の「半完成品(セミフィニッシュレンズ或いは省略してセミレンズともいう)」をあらかじめ準備しておく方法を採用することができる。そして、受注後に処方度数や上述のカスタムメイド(個別設計)などの仕様に応じて前記の「物体側表面の半完成品」を選択し、眼球側表面のみを受注後に加工して仕上げることで、コスト軽減と加工スピードをアップすることができる。

[0070] この方法の具体例として、例えば前述[3]-1の凸面形状(本願発明)設計において物体側表面を左右対称の「半完成品」としてあらかじめ準備しておく方法を採用することができる。即ち、ここでは、主子午線(=主注視線)は直線であり、屈折表面の非点収差の分布は主子午線を境に左右対称設計となっており、眼の輻輳を考慮した主子午線となっていない。(後述する図41参照)従って、左眼用、右眼用として別々にセミレン

ズを用意する必要がないので、加工や在庫管理が容易になる。そして、瞳孔間距離や近方視の対物距離、加入度数などの個人情報が入力されてから、当該レンズの眼球側表面を目的にかなった左右非対称な曲面設計(累進部・近用部の屈折表面の非点収差の分布が主子午線を境として非対称)することにより、個人情報に対応した近用部の内寄せを行なうことが出来る。

[0071] 以下、上述の設計方法によって設計した両面非球面累進屈折レンズの実施例を、図面を参照しながら説明する。

図7は、実施例1、4、5、6と各々の度数に対応した従来技術A、B、Cの「表面屈折力」と「特定の視線方向に対する厳密な倍率計算結果」を表1-1及び表1-2にまとめて示した表、図8は、実施例2、7と各々の度数に対応した従来技術A、B、Cの「表面屈折力」と「特定の視線方向に対する厳密な倍率計算結果」を表2-1及び表2-2にまとめて示した表、図9は、実施例3とその度数に対応した従来技術A、B、Cの「表面屈折力」と「特定の視線方向に対する厳密な倍率計算結果」を表3-1及び表3-2にまとめて示した表、図10、は実施例1及び実施例2の表面屈折力分布を表すグラフ1-1

、1-2、2-1、2-2を示すグラフ、図11は、実施例3の表面屈折力分布を表すグラフ3-1、3-2を示すグラフ、図12は、実施例4-6の表面屈折力分布を表すグラフ4-1、4-2、5-1、5-2、6-1、6-2を示すグラフ、図13は、実施例7の表面屈折力分布を表すグラフ7-1、7-2を示すグラフ、図14、は従来技術例A、B、Cの表面屈折力分布を表すグラフA-1、A-2、B-1、B-2、C-1、C-2を示すグラフである。

[0072] 図15は、実施例1とその度数に対応した3種類の従来例A、B、Cのレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフ1-3-Msvを示し、図16は、実施例1とその度数に対応した3種類の従来例A、B、Cのレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフ1-3-Mshを示す、図17は、実施例1とその度数に対応した3種類の従来例A、B、Cのレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフ1-3-Mpvを示す、図18は、実施例1とその度数に対応した3種類の従来例A、B、Cのレンズを主注視線に沿って眺めたと

きの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフ1-3-Mphを示す、図19は、実施例1とその度数に対応した3種類の従来例A, B, Cのレンズを主注視線に沿って眺めた

ときの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフ1-3-M γ vを示す、図20は、実施例1とその度数に対応した3種類の従来例A, B, Cのレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフ1-3-M γ hを示す、図21は、実施例1とその度数に対応した3種類の従来例A, B, Cのレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフ1-3-SMvを示す、図22は、実施例1とその度数に対応した3種類の従来例A, B, Cのレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフ1-3-SMhを示す。

[0073] 図23は、実施例2とその度数に対応した3種類の従来例A, B, Cのレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフ2-3-Msvを示す、図24は、実施例2とその度数に対応した3種類の従来例A, B, Cのレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフ2-3-Mshを示す、図25は、実施例2とその度数に対応した3種類の従来例A, B, Cのレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフ2-3-Mpvを示す、図26は、実施例2とその度数に

対応した3種類の従来例A, B, Cのレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフ2-3-Mphを示す、図27は、実施例2とその度数に対応した3種類の従来例A, B, Cのレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフ2-3-M γ vを示す、図28は、実施例2とその度数に対応した3種類の従来例A, B, Cのレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフ2-3-M γ hを示す、図29は、実施例2とその度数に対応した3種類の従来例A, B, C

のレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求め

た結果を表すグラフ2-3-SMvを示す、図30は、実施例2とその度数に対応した3種類の従来例A, B, Cのレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフ2-3-SMhを示す。

- [0074] 図31は、実施例3とその度数に対応した3種類の従来例A, B, Cのレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフ3-3-Msvを示す、図32は、実施例3とその度数に対応した3種類の従来例A, B, Cのレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフ3-3-Mshを示す、図33は、実施例3とその度数に対応した3種類の従来例A, B, Cのレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフ3-3-Mpvを示す、図34は、実施例3とその度数に

対応した3種類の従来例A, B, Cのレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフ3-3-Mphを示す、図35は、実施例3とその度数に対応した3種類の従来例A, B, Cのレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフ3-3-M γ vを示す、図36は、実施例3とその度数に対応した3種類の従来例A, B, Cのレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフ3-3-M γ hを示す、図37は、実施例3とその度数に対応した3種類の従来例A, B, Cのレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフ3-3-SMvを示す、図38は、実施例3とその度数に対応した3種類の従来例A, B, Cのレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフ3-3-SMhを示す。

- [0075] (実施例1)

図7の表1-1は、本発明による実施例1の表面屈折力に関する一覧表である。この実施例1のレンズの度数はS0.00 Add3.00に対応しており、比較のために同度数の3種類の従来技術例を併記してある。なお、従来技術例Aは物体側表面が累進面である「凸面累進屈折力レンズ」に、従来技術例Bは物体側表面と眼球側表面との

両方が累進面である「両面累進屈折力レンズ」に、従来技術例Cは眼球側表面が累進面である「凹面累進屈折力レンズ」に、それぞれ対応している。また、表1-1で用いた項目の意味は下記の通りである。

DVf1:物体側表面の遠用度数測定位置F1における縦方向の表面屈折力

DHf1:物体側表面の遠用度数測定位置F1における横方向の表面屈折力

DVn1:物体側表面の近用度数測定位置N1における縦方向の表面屈折力

DHn1:物体側表面の近用度数測定位置N1における横方向の表面屈折力

DVf2:眼球側表面の遠用度数測定位置F2における縦方向の表面屈折力

DHf2:眼球側表面の遠用度数測定位置F2における横方向の表面屈折力

DVn2:眼球側表面の近用度数測定位置N2における縦方向の表面屈折力

DHn2:眼球側表面の近用度数測定位置N2における横方向の表面屈折力

[0076] 図10のグラフ1-1と1-2とは、実施例1のレンズの主注視線に沿った表面屈折力分布を表すグラフであり、横軸はレンズの位置(距離)を表し、右側がレンズ上方、左側がレンズ下方を、また、縦軸は表面屈折力を表す。ここで、グラフ1-1はレンズの物体側表面に対応し、グラフ1-2はレンズの眼球側表面に対応している。また、実線のグラフは、レンズの主注視線に沿った縦方向の表面屈折力分布を表し、点線のグラフは、レンの主注視線に沿った横方向の表面屈折力分布を表す。

[0077] グラフ1-1において、図が示すように、物体側表面の主注視線に沿った縦方向の表面屈折力分布を表すグラフCV1(実線)は、その屈折力分布が累進部部ー近用部にかけて変化しているが、横方向の表面屈折力分布を表すグラフCH1(点線)は、変化がない。また、縦方向の表面屈折力分布を表すグラフCV1(実線)と、横方向の表面屈折力分布を表すグラフCH1(点線)とでは累進部部ー近用部にかけて表面屈折力が異なっている。

この場合、光学的に物体側表面の主注視線上を通過した光線において、ほぼ縦方向と横方向との表面屈折力の差の分だけ非点収差が発生することになる。

一方、グラフ1-2において、図が示すように、眼球側表面の主注視線に沿った縦方向の表面屈折力分布を表すグラフCV2(実線)は、その屈折力分布が遠用部ー累進部部ー近用部まで変化がない。一方、横方向の表面屈折力分布を表すグラフCH2(

点線)は、累進帯部〜近用部にかけて表面屈折力が異なっている。また、この縦方向の表面屈折力分布を表すグラフCV2(実線)と、横方向の表面屈折力分布を表すグラフCH2(点線)との表面屈折力の分布もグラフ1-1と同様、累進帯部〜近用部にかけて異なっている。

ところが、その表面屈折力の差は、このグラフ1-2からわかるように、グラフ1-1に対して分布が逆傾向で対応しており、表面屈折力の差は、眼球側表面の主注視線上を通過した光線に対して、物体側表面で発生した非点収差を相殺するように与えられていることがわかる。

この結果、物体側表面と眼球側表面の屈折表面を合わせて処方値に基づいた遠用度数と加入度数とを与えることができるようになっている。

なお、これらのグラフは、面構成の基本的な違いを説明するグラフであり、周辺部の非点収差除去のための非球面化や、乱視度数対応のための乱視成分付加などの場合などの要素は省略してある。(以下、実施例2〜7も同様)

[0078] さらに、比較のために、表1-1に掲げた同度数の3種類の従来技術例のレンズの主注視線に沿った表面屈折力分布を表すグラフとして、図14にグラフA-1と2、グラフB-1と2、グラフC-1と2を併記する。なお、これらのグラフにおける用語の意味は下記の通りである。

F1:物体側表面の遠用度数測定位置、

F2:眼球側表面の遠用度数測定位置

N1:物体側表面の近用度数測定位置、

N2:眼球側表面の近用度数測定位置

CV1:物体側表面の主注視線に沿った縦方向の表面屈折力分布を表すグラフ(実線にて表示)

CH1:物体側表面の主注視線に沿った横方向の表面屈折力分布を表すグラフ(点線にて表示)

CV2:眼球側表面の主注視線に沿った縦方向の表面屈折力分布を表すグラフ(実線にて表示)

CH2:眼球側表面の主注視線に沿った横方向の表面屈折力分布を表すグラフ(点

線にて表示)

[0079] また、これらのグラフのF1, N1, F2, N2における表面屈折力は、前記表1-1に対応しており、DVf1 ~ DHn2などの用語の意味もまた、前記表1-1の場合と同一である。なお、これらのグラフの中央にある水平方向の一点鎖線は、物体側表面の平均表面屈折力(F1とN1における縦横の表面屈折力の総平均値)を示している。本発明による実施例1と3種類の従来技術例における物体側表面の平均表面屈折力は、いずれも5.50ジオプターに統一して比較した。

[0080] 次に、図15～図22に示されるグラフ1-3-で始まる8種類のグラフは、本発明による実施例1のレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を、前述の厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフであり、横軸は向って右側がレンズ上方、左側がレンズ下方を、また、縦軸は倍率を表す。図の濃い実線が実施例1であり、薄い鎖線が従来技術例A、濃い鎖線が従来技術例B、薄い実線が従来技術例Cである。以下のこの種のグラフも同じである。なお、横軸は眼球回旋角を用いて視線の方向ごとの比較が出来るようにすると共に、各グラフの縦軸の倍率の縮尺を合わせた。グラフ1-3-の後に付した符号

の意味は、

Msv:縦方向のシェープファクター、

Msh:横方向のシェープファクター

Mpv:縦方向のパワーファクター、

Mph:横方向のパワーファクター

M_{γv}:縦方向のプリズムファクター、

M_{γh}:横方向のプリズムファクター

SMv:縦方向の倍率、

SMh:横方向の倍率

であり、前述の如く、縦方向の倍率SMv及び、横方向の倍率SMhは、

$$SMv = Msv \times Mpv \times M_{\gamma v}$$

$$SMh = Msh \times Mph \times M_{\gamma h}$$

という関係にある。

[0081] なお、実施例1と前記3種類の従来技術例のレンズはいずれも、屈折率 $n=1.699$ 、中心厚 $t=3.0\text{mm}$ 、幾何学中心GCでプリズムのない仕様、とした。対物パワー（対物距離の逆数）については、F1, F2における対物パワー $P_x=0.00$ ジオプター（無限遠方）、N1, N2における対物パワー $P_x=2.50$ ジオプター（40cm）とし、他の位置における対物パワーは主注視線に沿った付加屈折力の比率に2.50ジオプターを乗じて与えた。また、レンズ後頂点から角膜頂点までの距離 $L=15.0\text{mm}$ 、角膜頂点から眼球回旋中心までの距離 $CR=13.0\text{mm}$ とした。眼球回旋角 θ は眼球回旋中心点Cを物体側レンズ表面の幾何学中心GCを通る法線上に置き、この法線と視線が一

致したときの回旋角を0度とし、上方を（+）下方を（-）で表示した。しかる後に、F1, F2に対する眼球回旋角 $\theta=+15.0$ 度とし、N1, N2に対する眼球回旋角 $\theta=-30.0$ 度に統一することにより、累進作用や表面屈折力の分布が表裏いずれの側にあるうとも同一条件で比較できるようになっている。

[0082] 図7の表1-2は本発明による実施例1と、比較のために準備した3種類のレンズの従来技術例について、特定の視線方向に対する厳密な倍率計算結果の一覧表であり、前述の図21のグラフ1-3-SM_v（縦方向の総合倍率）と図22のグラフ1-3-SM_h（横方向の総合倍率）に対応している。前述の説明の如く、縦方向と横方向では倍率の値が異なるので、双方の倍率を算出してある。ここで表1-2の符号が表す意味は以下のとおりである。

遠用測定点を通過する視線上の縦方向倍率

SM_{vn} : 近用測定点を通過する視線上の縦方向倍率

SM_{vfn}: 縦方向倍率差 (SM_{vn}-SM_{vf})

SM_{hf} : 遠用測定点を通過する視線上の横方向倍率

SM_{hn} : 近用測定点を通過する視線上の横方向倍率

SM_{hfn}: 横方向倍率差 (SM_{hn}-SM_{hf})

[0083] 表1-2のSM_{vfn}とSM_{hfn}、即ち縦方向倍率差 (SM_{vn}-SM_{vf}) と横方向倍率差 (SM_{hn}-SM_{hf}) を見てみると、従来技術例Aが0.1380と0.1015、Bが0.1360と0.0988、Cが0.1342と0.0961であるのに対し、本発明による実施例1の値は0.

1342と0.0954という低い倍率差に押えられていることがわかる。即ち、本発明による実施例1の遠用部と近用部の倍率差は、従来技術1よりも更に少なくなっているの
で、像の歪みや揺れについても従来技術1より更に改善されていることがわかる。な
お、前述の従来技術1に対応した特許文献2には、倍率
を計算をする上で、縦方向や横方向の違いについて全く考慮されていない。ところが
、本発明による実施例1に対応した厳密な倍率計算による図21のグラフ1-3-SMv(縦方向の総合倍率)とグラフ図22の1-3-SMh(横方向の総合倍率)を比べるとすぐ
にわかるように、縦方向と横方向における像の倍率分布は明白に異なっている。また
、この違いは主に近用部とその下方(眼球回旋角で -20° 近辺以下)で顕著なことも
容易に読取れる。

[0084] 前述の倍率の計算式、

$$\text{縦方向の倍率SMv} = \text{Msv} \times \text{Mpv} \times \text{M}\gamma\text{v}$$

$$\text{横方向の倍率SMh} = \text{Msh} \times \text{Mph} \times \text{M}\gamma\text{h}$$

にあるように、グラフ1-3-SMvは、3つの要素、グラフ1-3-Msvとグラフ1-3-Mpv
とグラフ1-3-M γ vの値を掛け合わせて得られ、同様に、グラフ1-3-SMhは、3つ
の要素、グラフ1-3-Mshとグラフ1-3-Mphとグラフ1-3-M γ hの値を掛け合わせ
て得られる。ここで各々の要素の縦方向と横方向を比べると、シェイプファクターであ
るMsvとMshには明確な差が見られないが、MpvとMphでは近用部より下方(眼球
回旋角で -25° 近辺以下)に違いが見られる。また、M γ vとM γ hでは近用部とそ
の下方(眼球回旋角で -15° 近辺以下)に顕著な違いがある。即ち、グラフ1-3-S
Mvとグラフ1-3-SMhの違いの主たる原因は、M γ vとM γ hの違いであり、副次的
な原因はMpvとMphの違いであって、MsvとMshには明確な差が見られず、ほとん
ど無関係であることがわかる。つまり、従来技術1に対応した特許文献2に縦方向や
横方向の倍率の違いが見

られないのは、倍率の違いの主たる原因であるプリズムファクターM γ vとM γ hを全
く考慮しておらず、副次的な原因であるパワーファクターMpvとMphについても対物
距離や視線とレンズとの角度を無視しているので差が出ないのである。更に、従来技
術1において改善の根拠とされているシェイプファクターMsvとMshについても、本

発明の実施例1で用いた縮尺で見ると、遠近の倍率差に各例相互の違いが見られない。

- [0085] なお、従来技術1では「遠用部と近用部の倍率差を減らす」ことで「像の歪みや揺れを少なく出来る」としているが、本発明では更に「縦方向と横方向の倍率差を減らす」ことも「像の歪みや揺れを少なく出来る」効果があると考えられる。即ち、四角い物が扁平に見えたり、丸い物が楕円形に見えたりすることを避けようとするのである。この視覚的な感覚の向上については「差を減らす」ことより「比率を1に近づける」と捉える方が本質的であろう。ここで重要なのは、四角い物が扁平に見えたり、丸い物が楕円形に見えたりする感覚は「遠近比」ではなく「縦横比」であるということである。即ち、本発明では「遠用部と近用部の倍率差を減らす」ことばかりではなく、更に重要な改善として「縦方向と横方向の倍率差を減らし、倍率比を1に近づける」ことにより「像の歪みや揺れを少なく出来る」という改善効果が得られるのである。なお、これらの傾向は主に近用部より下方(眼球回旋角で -25° 近辺以下)で顕著である。

- [0086] ここで、実施例1に係るレンズの非点収差分布、および平均度数分布の測定結果を示す。尚、測定結果は、0.25ディオプトリピッチの等水準点を結んだ曲線を用いて示した。

また、本願明細書で開示する図面はすべて右眼レンズで、レンズ径は50mmとして説明する。

図39は、両面設計レンズの透過状態における非点収差分布を示す図であり、図40は、同じく平均度数分布を示す図である。

図41は、両面設計レンズの凸面側(第1面)の非点収差分布を示す図であり、図42は、同じく平均度数分布を示す図である。特に、非点収差分布と平均度数分布において、累進帯部がほぼ直線状に近い形状になっていることが理解される。完全な直線でないのは、非球面成分が含まれているためである。

図43は、両面設計レンズの凸面側(第1面)の屈折表面における横(水平)方向の度数分布を示す図であり、図44は、同じく屈折表面における縦(垂直)方向の度数分布を示す図である。

図45は、両面設計レンズの凹面側の非点収差分布を示す図であり、図46は、同じく平均度数分布を示す図である。

図47は、両面設計レンズの凹面側(第2面)の屈折表面における横(水平)方向の度数分布を示す図であり、図48は、同じく屈折表面における縦(垂直)方向の度数分布を示す図である。

また、比較のため、従来の技術に係るレンズの非点収差分布、および平均度数分布の測定結果を示す。

図49は、従来の技術に係るレンズの凸面側(第1面)の非点収差分布を示す図であり、図50は、同じく平均度数分布を示す図である。

図51は、従来の技術に係るレンズの凸面側(第1面)の屈折表面における横(水平)方向の度数分布を示す図であり、図52は、同じく屈折表面における縦(垂直)方向の度数分布を示す図である。

尚、従来の技術に係るレンズの場合、凹面側(第2面)は、球面または乱視面であり、0.25ディオプトリピッチの等水準点を結んだ曲線を引くことはできないので省略した。

[0087] (実施例2)

図8の表2-1は本発明による実施例2の表面屈折力に関する一覧表である。この実施例2のレンズの度数は $S+6.00$ Add 3.00 に対応しており、比較のために同度数の3種類の従来技術例を併記してある。なお、これらの従来技術の記載方法、用語等は実施例1と同様である。(以下の実施例の説明においても同様である。)

[0088] さらに、比較のために表2-1に掲げた同度数の3種類の従来技術例の主注視線に沿った表面屈折力分布を表すグラフとして、前記実施例1において用いたグラフA-1とA-2、グラフB-1とB-2、グラフC-1とC-2を再び用いる。従って、これらのグラフの用語の意味は前記実施例1と同様であるが、F1, N1, F2, N2における表面屈折力は、表2-1にも対応しているものとし、また中央にある水平方向の一点鎖線が示す物体側表面の平均表面屈折力も表2-1に対応させる都合から、いずれも10.50ジオプターという深いカーブとなっている。

[0089] 図10のグラフ2-1、グラフ2-2において、物体側表面の主注視線に沿った縦方向

の表面屈折力分布を表すグラフCV1(実線)、および横方向の表面屈折力分布を表すグラフCH1(点線)、および眼球側表面の主注視線に沿った縦方向の表面屈折力分布を表すグラフCV2(実線)、および横方向の表面屈折力分布を表すグラフCH2(点線)の遠用部ー累進帯部ー近用部までの変化の態様は、実施例1と同様な傾向を示している。このことから、表面屈折力の差は、眼球側表面の主注視線上を通過した光線に対して、物体側表面で発生した非点収差を相殺するように与えられていることがわかる。

この結果、実施例2においても、実施例1と同様に物体側表面と眼球側表面の屈折表面を合わせて処方値に基づいた遠用度数と加入度数とを与えることができるようになっている。

[0090] 次に、図23ー図30に示した「グラフ2ー3ー」で始まる8種類のグラフは、本発明による実施例2のレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を、前述の厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフである。用語や「グラフ2ー3ー」の後に付した符号の意味などは、図の濃い実線が実施例2である以外は、前記実施例1の場合と同様である。なお、実施例2と前記3種類の従来技術例で用いた屈折率や対物パワー、眼球回旋角などは、いずれも前記実施例1の場合と同様としたが、実施例2と前記3種類の従来技術例の度数がS+6.00 Add3.00であることから、中心厚tだけは6.0mmとして実際の製品に近づけた。

[0091] 図8の表2ー2は、本発明による実施例2と、比較のために準備した3種類の従来技術例について、特定の視線方向に対する厳密な倍率計算結果の一覧表であり、前述のグラフ2ー3ーSMv(縦方向の総合倍率)とグラフ2ー3ーSMh(横方向の総合倍率)に対応している。ここで、表2ー2の符号が表す意味は前述の表1ー2の意味と同様である。

[0092] 表2ー2のSMvfnとSMhfn、即ち縦方向倍率差($SMv_n - SMv_f$)と横方向倍率差($SMh_n - SMh_f$)を見てみると、従来技術例Aが0.2275と0.1325、Bが0.2277と0.1268、Cが0.2280と0.1210であるのに対し、本発明による実施例2の値は、0.2151と0.1199という低い倍率差に押えられていることがわかる。即ち、本発明による実施例2の遠用部と近用部の倍率差は、従来技術1よりも更に少なくなっている

ので、像の歪みや揺れについても従来技術1より更に改善されていることがわかる。なお、前述の実施例1と同様に、本発明による実施例2に対応した厳密な倍率計算によるグラフ2-3-SMv(縦方向の総合倍率)とグラフ2-3-SMh(横方向の総合倍率)を比べるとすぐにわかるように、縦方向と横方向における像の倍率分布は明白に異なっている。

[0093] また、この違いは、主に中間部から下方(眼球回旋角で -10° 近辺以下)で顕著なことも容易に読取れる。さて、前述の実施例1と同様に、実施例2においてもグラフ2-3-SMvは3つの要素、グラフ2-3-Msvとグラフ2-3-Mpvとグラフ2-3-M γ vの値を掛け合わせて得られ、同様に、グラフ2-3-SMhは3つの要素、グラフ2-3-Mshとグラフ2-3-Mphとグラフ2-3-M γ hの値を掛け合わせて得られる。ここで各々の要素の縦方向と横方向を比べると、シェイプファクターであるMsvとMshには明確な差が見られないが、MpvとMphでは近用部より下方(眼球回旋角で -20° 近辺以下)に違いが見られる。また、M γ vとM γ hでは中間部から下方(眼球回旋角で -10° 近辺以下)に顕著な違いがある。ここで遠用部の上方(眼球回旋角で $+20^{\circ}$ 近辺以上)にも差が見られるが、各例による差が出るのは遠用部のかなり上方(眼球回旋角で $+30^{\circ}$ 近辺以上)であり、使用頻度も少ないので無視しうる。

[0094] 即ち、前述の実施例1と同様に、実施例2においても図29のグラフ2-3-SMvと図30のグラフ2-3-SMhの違いの主たる原因は、M γ vとM γ hの違いであり、副次的な原因はMpvとMphの違いであって、MsvとMshには明確な差が見られず、ほとんど無関係であることがわかる。更に、従来技術1において改善の根拠とされているシェイプファクターMsvとMshについても、本発明の実施例2で用いた縮尺で見ると、遠近の倍率差に各例相互の違いが見られない。なお、実施例2においても、前述の実施例1と同様に、「遠用部と近用部の倍率差を減らす」ことばかりではなく、更に重要な

改善として「縦方向と横方向の倍率差を減らし、倍率比を1に近づける」ことにより「像の歪みや揺れを少なく出来る」という改善効果が得られている。なお、これらの傾向は主に近用部より下方(眼球回旋角で -25° 近辺以下)で顕著である。

[0095] (実施例3)

図9の表3-1は本発明による実施例3の表面屈折力に関する一覧表である。

この実施例3の度数はS-6.00 Add3.00に対応しており、比較のために同度数の3種類の従来技術例を併記してある。

[0096] 図11のグラフ3-1と2は本発明による実施例3の主注視線に沿った表面屈折力分布を表すグラフである。ここで、グラフ3-1は物体側表面に対応し、グラフ3-2は眼球側表面に対応している。

[0097] さらに、比較のために図9の表3-1に掲げた同度数の3種類の従来技術例の主注視線に沿った表面屈折力分布を表すグラフとして、前記実施例1や2において用いたグラフA-1と2、グラフB-1と2、グラフC-1と2を再び用いる。F1, N1, F2, N2における表面屈折力は、表3-1にも対応しているものとし、また中央にある水平方向の一点鎖線が示す物体側表面の平均表面屈折力も表3-1に対応させる都合から、いずれも2.50ジオプターという浅いカーブとなっているものとする。

[0098] 図12のグラフ3-1、グラフ3-2において、物体側表面の主注視線に沿った縦方向の表面屈折力分布を表すグラフCV1(実線)、および横方向の表面屈折力分布を表すグラフCH1(点線)、および眼球側表面の主注視線に沿った縦方向の表面屈折力分布を表すグラフCV2(実線)、および横方向の表面屈折力分布を表すグラフCH2(点線)の遠用部ー累進帯部ー近用部までの変化の態様は、実施例1、実施例2と同様な傾向を示しており、表面屈折力の差は、眼球側表面の主注視線上を通過した光線に対して、物体側表面で発生した非点収差を相殺するように与えられていることがわかる。この結果、実施例

1、実施例2と同様に物体側表面と眼球側表面の屈折表面を合わせて処方値に基づいた遠用度数と加入度数とを与えることができるようになっている。

[0099] 次に、図31ー図38に示したグラフ3-3ーで始まる8種類のグラフは、実施例3のレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を、前述の厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフである。なお、実施例3と前記3種類の従来技術例で用いた屈折率や対物パワー、眼球回旋角などは、いずれも前記実施例1や2の場合と同様としたが、実施例3と前記3種類の従来技術例の度数がS-6.00 Add3.00であることから、中心厚tだけは1.0mmとして実際の製品に近づけた。

- [0100] 図9の表3-2は本発明による実施例3と、比較のために準備した3種類の従来技術例について、特定の視線方向に対する厳密な倍率計算結果の一覧表であり、前述のグラフ3-3-SMv(縦方向の総合倍率)とグラフ3-3-SMh(横方向の総合倍率)に対応している。
- [0101] 表3-2のSMvfnとSMhfn、即ち、縦方向倍率差($SMvn - SMvf$)と横方向倍率差($SMhn - SMhf$)とを見てみると、従来技術例Aが0.0475と0.0774、Bが0.0418と0.0750、Cが0.0363と0.0727であるのに対し、本発明による実施例2の値は0.0512と0.0726という値であり、縦方向倍率差は増えているが横方向倍率差は減っていることがわかる。ただし、縦方向倍率差は前述の実施例1や実施例2に比べていずれも $1/3$ 乃至 $1/5$ といった低い値であり、横方向倍率差がわずかながら減っていることを考え合わせると、実施例3の遠用部と近用部の倍率差は、従来技術1に比べて大差ないと言える。ところが、実施例3に対応した厳密な倍率計算によるグラフ3-3-SMv(縦方向の総合倍率)とグラフ3-3-SMh(横方向の総合倍率)を観察すると、実施例3は従来例に比べ、特に近用部より下方(眼球回旋角で -20° 近辺以下)における「縦方向の倍率が1より小さくなる傾向」が最も少なく、結果的に「縦横の倍率差」が最も少なくなっており、像の歪みや揺れが従来例よりも改善されている。
- [0102] なお、図37のグラフ3-3-SMv(縦方向の総合倍率)において、縦方向と横方向における像の倍率分布に顕著な違いが出るのは中間部から下方(眼球回旋角で -10° 近辺以下)と遠用部の上方(眼球回旋角で $+10^\circ$ 近辺以上)であるが、各例による差が出るのは近用部より下方(眼球回旋角で -20° 近辺以下)と遠用部のやや上方(眼球回旋角で $+25^\circ$ 近辺以上)である。この内、遠用部のやや上方については使用頻度も少ないので無視しうるが、近用部より下方については使用頻度も多く、無視し得ない。その結果、本発明による実施例3は従来例に比べ、特に近用部より下方(眼球回旋角で -20° 近辺以下)において縦方向の倍率が1に最も近く、その結果「縦横の倍率差」が最も少なくなっており、従来例よりも像の歪みや揺れが改善されているのである。なお、これらの傾向は主に近用部より下方(眼球回旋角で -25° 近辺以下)で顕著である。また、従来技術1において改善の根拠とされているシェイプファクターMsvとMshについ

ては、本発明の実施例1や実施例2と同様に、実施例3で用いた縮尺で見ても、遠近の倍率差に各例相互の違いが見られない。

[0103] (実施例4〜7)

本発明の実施例として、前述の実施例1〜3の他にも特許請求の範囲に記載した範囲内で、様々な表面屈折力の分布の組合わせが可能である。ここで、実施例1と同度数の応用例として実施例4〜6を、また実施例2と同度数の応用例として実施例7を示す。これらの実施例の表面屈折力と特定の視線方向に対する厳密な倍率計算結果の一覧表とグラフを図7の表1-1、表1-2及び図12〜図14のグラフ4-1、グラフ4-2 乃至グラフ7-1、グラフ7-2 に示す。

[0104] (変形例)

更に本発明においては通常の処方値のみならず、これまでレンズメーカーが把握することの少なかった眼鏡装用者の個人的ファクターとして、例えば角膜頂点からレンズ後方頂点までの距離、眼球回旋中心からレンズ後方頂点までの距離、左右眼の不等像視の程度、左右眼の高さの差、最も頻度の高い近方視の対物距離、フレームの前傾角(上下方向)、あおり角(左右方向)、レンズのコバ厚方向に対するヤゲン位置、などを入力情報としてレンズ設計に組み入れることにより、カスタムメイド(個別設計)の要求に応えることも可能である。

[0105] (変形例1)

変形例1に係る2種類の両面非球面型累進屈折力レンズについて説明する。

[0106] 変形例1に係る第1の両面非球面型累進屈折力レンズは、

物体側表面である第1の屈折表面と、眼球側表面である第2の屈折表面とに分割配分されている累進屈折力作用を備えた両面非球面型累進屈折力レンズであって、

前記第1の屈折表面において、遠用度数測定位置F1における横方向の表面屈折力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれ、DHf、DVfとし、

前記第1の屈折表面において、近用度数測定位置N1における横方向の表面屈折力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれDHn、DVnとするとき、

$DVn - DVf > ADD / 2$ となる関係式を満足させると共に、前記第1の屈折表面のF1及びN1における表面非点収差成分を、前記第2の屈折表面にて相殺し、前記第1と

第2の屈折表面とを合わせて処方値に基づいた加入度数(ADD)を与えるようにし、
かつ、

F1を通る縦方向断面曲線において、F1からN1と同じ高さに至る縦方向断面度数変化の50%を与える位置を中心として縦方向へ $\pm 4\text{mm}$ に位置する2本の水平線と、F1を通る縦方向の直線から水平方向へ $\pm 15\text{mm}$ に位置する2本の縦線で囲まれた矩形内の任意の位置において、

前記第1の屈折表面における表面縦方向断面度数の微分値は、横方向微分値の絶対値よりも縦方向微分値の絶対値の方が大きいことを特徴とする両面非球面型累進屈折力レンズである。

[0107] 変形例1に係る第2の両面非球面型累進屈折力レンズは、

物体側表面である第1の屈折表面と、眼球側表面である第2の屈折表面とに分割配分されている累進屈折力作用を備えた両面非球面型累進屈折力レンズであって、

前記第1の屈折表面において、遠用度数測定位置F1における横方向の表面屈折力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれ、 DH_f 、 DV_f とし、

前記第1の屈折表面において、近用度数測定位置N1における横方向の表面屈折力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれ DH_n 、 DV_n とすると、

$DV_n - DV_f > ADD/2$ となる関係式を満足させると共に、前記第1の屈折表面のF1及びN1における表面非点収差成分を、前記第2の屈折表面にて相殺し、前記第1と第2の屈折表面とを合わせて処方値に基づいた加入度数(ADD)を与えるようにし、
かつ、

F1を通る縦方向断面曲線において、F1からN1と同じ高さに至る縦方向断面度数変化の50%を与える位置を中心として縦方向へ $\pm 4\text{mm}$ に位置する2本の水平線と、F1を通る縦方向の直線から水平方向へ $\pm 15\text{mm}$ に位置する2本の縦線で囲まれた矩形内の任意の位置において、前記第1の屈折表面における表面非点収差量の微分値は、横方向微分値の絶対値よりも縦方向微分値の絶対値の方が大きく、

かつ、

前記矩形内の任意の位置において、

前記第1の屈折表面における表面平均度数の微分値は、横方向微分値の絶対値

よりも縦方向微分値の絶対値の方が大きいことを特徴とする両面非球面型累進屈折力レンズである。

- [0108] これらのレンズを設計するにあたり、まず、物体側表面においてF1を通る縦方向断面曲線を決定する。この断面曲線は、従来の累進屈折力レンズにおける主子午線の縦方向度数分布を決定する際に持たれる技術で決定することができる。(例えば、本願発明者らによる日本特許第2549738号の設計技術参照)

次に、この曲線を母線とする回転面を定義する。回転面における回転軸は、母線を含む平面内(断面内)において、レンズの幾何学中心における母線の法線に対して垂直な直線であり、

かつ、

F1における縦方向曲率半径を R_1 、F1における母線の法線と、幾何学中心における母線の法線とのなす角を θ としたとき、 $R = R_1 * \cos \theta$ で定義される距離 R だけ、F1から眼球側へ離れたところに位置する。この回転軸を用いて、先に定義した母線を回転させることで、F1における縦方向度数と横方向度数とを一致させた物体側表面を定義できる。

- [0109] 上述の説明において、レンズの物体側表面を回転面としたが、同様の母線を使用したスイープ面でも本発明を実施することが可能である。スイープ面とは、母線を3次元的な曲線(以下、掃引線と呼ぶ)に沿って掃引した面のことである。

図57に一般的なスイープ面の例を示す。

図57においてF1を通る縦方向の実線が子午線である。

図58は図57の子午線をレンズ側方から眺めた図であり、O1はF1における子午線の曲率中心点を示し、O1からF1への矢印の長さはF1における子午線の曲率半径を示している。上方から下方にかけて矢印の長さが短くなっているのは、子午線に沿っての曲率半径が累進的に変化していることを表している。

図57においてF1を通る横方向の破線が掃引線である。

図59は図57の掃引線をレンズ上方から眺めた図であり、O1はF1における掃引線の曲率中心点を示し、O1からF1への矢印の長さはF1における掃引線の曲率半径を示している。

3本の矢印の長さが等しいのは、この掃引線がO1を中心とした円であることを示している。

図60から図62はさまざまな掃引線の例を示している。

図60はF1から離れるにつれて曲率半径が小さくなる掃引線の例を示し、

図61はF1から離れるにつれて曲率半径が大きくなる掃引線の例を示し、

図62はF1から離れる方向によって曲率半径の変化が異なる掃引線の例を示している。

- [0110] 本変形例1に用いる回転面を含めたスイープ面は、一般的なスイープ面の中でも、特に以下のような特徴を有するものであるが、図面53ー図55を参照しながら説明する。

ここで、図53は、変形例1に係るレンズの物体側表面における縦(垂直)方向の度数分布(第1面)を示す図であり、図54は、変形例1に係るレンズの物体側表面における表面非点収差分布を示す図であり、図55は、変形例1に係るレンズの物体側表面における表面平均度数分布を示す図である。そして、各々の図において、F1を通る縦方向断面曲線の、F1からN1と同じ高さに至る縦方向断面度数変化の50%を与える位置を中心として縦方向へ $\pm 4\text{mm}$ に位置する2本の水平線と、F1を通る縦方向の直線から水平方向へ $\pm 15\text{mm}$ に位置する2本の縦線とで囲まれた矩形を、破線を用いて示している。

図56は、F1を通る縦方向断面曲線の度数変化を示すグラフである。縦方向が距離、横方向は、F1から近用度数測定点N1と同じ高さに至るまでの度数変化を100%としたときの、F1における度数に対する度数変化量のパーセントを表している。この矩形の上下方向の中心位置は、図56に示すように、50%にあたる位置を矩形の中心としている。

この矩形領域は、累進屈折力レンズにおいて累進作用の特徴をもっとも顕著に表している領域である。

- [0111] 図面から明らかなように、本発明に用いる回転面を含めたスイープ面では、縦方向度数は、横方向への移動に対して変化しない。したがって、図53に示す縦方向断面度数分布の等高線を見ると、上記矩形内では水平線状になる。さらに、回転面にお

いては、図54に示す表面非点収差分布の等高線や、図55に示す表面平均度数分布の等高線も縦方向断面度数分布の等高線と同様に上記矩形内で水平線状となる。

[0112] 本変形例1に係るレンズには、厳密なスweep面だけでなく、これに若干の非球面補正が加わるものも含まれる。よって、各分布は完全に水平とはならないが、スweep面を基にした面においては、上記矩形内のどの位置においても縦方向断面度数の微分値は、横方向微分値の絶対値よりも縦方向微分値の絶対値の方が大きいという特徴をもつ。また、回転面を基にした面においては、上記矩形内のどの位置においても表面非点収差量の微分値や表面平均度数の微分値は、横方向微分値の絶対値よりも縦方向微分値の絶対値の方が大きいという特徴をもつ。

[0113] 以下に、回転面における上述の矩形の中心、即ち、F1を通る縦方向断面曲線において、F1からN1と同じ高さに至る縦方向断面度数変化の50%を与える位置での各微分値の絶対値を示す。

縦方向断面度数の微分値の絶対値(単位:dioptr/mm [屈折率:1.699として])

横方向:0.0、縦方向:0.24

表面非点収差量の微分値の絶対値(単位:dioptr/mm [屈折率:1.699として])

横方向:0.0、縦方向:0.23

表面平均度数の微分値の絶対値(単位:dioptr/mm [屈折率:1.699として])

横方向:0.0、縦方向:0.12

[0114] 上記の例では、説明を簡単にするために、回転面としたため、横方向の微分値がすべてゼロとなっている。また、主として視線とレンズ面とが直交しえないことに起因する非点収差の発生や度数の変化を、除去もしくは低減するための「補正作用」である非球面補正を、物体側表面か眼球側表面の一方、あるいは双方へ加えることが望ましい。しかし、非球面補正が加わると、横方向微分値も若干の値を有する。しかし、横方向微分値の絶対値よりも縦方向微分値の絶対値の方が大きいという特徴は保たれるようにする。

また、主として視線とレンズ面とが直交しえないことに起因する非点収差の発生や度数の変化を、除去もしくは低減するための「補正作用」である非球面補正を、物体

側表面か眼球側表面の一方、あるいは双方へ加えることが望ましい。

尚、この変形例1は、本願明細書の実施例1の設計値を用い、それに非球面要素を取り除いたものを使用している。

- [0115] 次に、眼球側表面を設計する。眼球側表面は一般に複雑な形状をした曲面になるので、スプライン曲面を利用する。初期形状を球面として、光線追跡計算により透過収差分布を評価しながら、所望の透過収差分布、処方度数、累進帯長、打ち寄せが実現できるように、曲面のパラメータを変化させていくことで、眼球側表面を定義する。

こうして、物体側表面と眼球側表面が設計される。

- [0116] (変形例2)

変形例2に係る両面非球面型累進屈折力レンズについて説明する。

- [0117] 変形例2に係る両面非球面型累進屈折力レンズは、物体側表面である第1の屈折表面と、眼球側表面である第2の屈折表面とに、分割配分されている累進屈折力作用を備えた両面非球面型累進屈折力レンズであって、

前記第1の屈折表面において、近用度数測定位置N1における横方向の表面屈折力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれ DH_n 、 DV_n とするとき、

$DV_n - DH_n > ADD/2$ となる関係式を満足させると共に、前記第1の屈折表面のN1における表面非点収差成分を前記第2の屈折表面にて相殺し、前記第1と第2の屈折表面とを合わせて、処方値に基づいた近用度数(D_n)を与える構成となっている。

- [0118] さらに、上述した変形例2に係る両面非球面型累進屈折力レンズは、上述の構成に加え、

前記第1の屈折表面において、遠用度数測定位置F1における横方向の表面屈折力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれ DH_f 、 DV_f とし、

前記第1の屈折表面において、近用度数測定位置N1における横方向の表面屈折力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれ DH_n 、 DV_n とするとき、

$DH_f + DH_n < DV_f + DV_n$ 、

かつ、

$DV_n - DV_f > ADD/2$ 、

かつ $DH_n - DH_f < ADD/2$ となる関係式を満足させると共に、前記第1の屈折表面のF1及びN1における表面非点収差成分を前記第2の屈折表面にて相殺し、前記第1と第2の屈折表面とを合わせて処方値に基づいた遠用度数(D_f)と加入度数(ADD)を与える構成となっている。

- [0119] さらに、上述した変形例2に係る両面非球面型累進屈折力レンズは、上述の2つの構成のいずれかに加え、
前記第1の屈折表面が、前記遠用度数測定位置F1を通る一本の子午線を境に左右対称であり、前記第2の屈折表面が、この第2の屈折表面の遠用度数測定位置F2を通る一本の子午線を境に左右非対称であって、
かつ、

この第2の屈折表面の近用度数測定位置N2の配置は、所定の距離だけ鼻側に内寄せされており、近方視における眼の輻湊作用に対応した構成となっている。

- [0120] さらに、上述した変形例2に係る両面非球面型累進屈折力レンズは、上述の3つの構成のいずれかに加え、
前記第1の屈折表面が、前記遠用度数測定位置F1を通る一本の子午線を母線とした回転面であり、前記第2の屈折表面が、このこの第2の屈折表面の遠用度数測定位置F2を通る一本の子午線を境に左右非対称であって、
かつ、

この第2の屈折表面の近用度数測定位置N2の配置は、所定の距離だけ鼻側に内寄せされており、近方視における眼の輻湊作用に対応している構成となっている。

- [0121] さらに、上述した変形例2に係る両面非球面型累進屈折力レンズは、上述の4つの構成のいずれかに加え、
前記第1の屈折表面において、前記遠用度数測定位置F1を通る水平方向断面曲線は、真円ではなく所定の屈折力変化を有しており、
かつ、

この水平方向断面曲線上の任意の位置における法線を含む垂直方向断面による断面曲線は、前記遠用度数測定位置F1を通る子午線と実質的に同一である構成とな

っている。

- [0122] さらに、上述した変形例2に係る両面非球面型累進屈折力レンズは、上述の5つの構成のいずれかに加え、
前記第1と第2の屈折表面とを合わせて処方値に基づいた遠用度数(Df)と加入度数(ADD)とを与えると共に、必要に応じてプリズム屈折力(Pf)を与える構成とする上で、

装用状態における視線とレンズ面とが直交しえないことに起因する非点収差や度数誤差の発生、及び周辺視野における像の歪みの発生のいずれか、もしくは全てを低減した構成となっている。

尚、必要に応じてプリズム屈折力(Pf)を与える設計手法は、例えば、特開平2003-121801号等で公知であり、このような設計方法も組み合わせて用いることができる。

- [0123] 上述した、構成を有する変形例2に係る両面非球面型累進屈折力レンズについて、図面を参照しながら説明する。

図57は、変形例2における両面非球面型累進屈折力レンズの物体側表面である第1の屈折表面を表している。本説明において、図5にて白丸で示した、遠用度数測定位置F1を通る縦方向の断面曲線(実線)を子午線と呼ぶが、これは、「課題を解決するための手段」に記載した第3～第5の構成等に記されている「遠用度数測定位置F1を通る子午線」のことである。また、破線で示されているのは水平断面曲線である。

- [0124] 図58は、図57に実線で示されている子午線をレンズ側方から眺めた図である。図58は、レンズ上方から下方にかけて曲率半径が漸減する区間を有しており、所謂累進的な表面屈折力変化を与えていることを示している。尚、O1は曲率中心点を表し、一点鎖線は、O1を通る回転軸を表す。

- [0125] 図59は、図57に点線で示されている水平断面曲線をレンズ上方から眺めた図であり、O1はこの水平断面曲線の曲率中心点を表す。即ち、図59に点線で示されている水平断面曲線は円弧である。ここで、図57に描かれた第1の屈折表面は、図58で示した子午線を、O1を通る回転軸を中心に回転させて得ることが出来る。

[0126] さらに加えて、本変形例2に係る第1の屈折表面の水平断面曲線は、必ずしも図59の形態ばかりではなく、図60ー図62に示す形態をとることも出来るので、以下説明する。ここで、図60は、図59にて示したレンズ上方から眺めた水平断面曲線の第1変形例であり、図61は、図59にて示したレンズ上方から眺めた水平断面曲線の第2変形例であり、図62は、図59にて示したレンズ上方から眺めた水平断面曲線の第3変形例である。

[0127] 図60において、F1から側方に離れるに従って、曲率半径が減少する水平断面曲線の例を表している。

図61は、図60とは逆に、F1から側方に離れるに従って曲率半径が増加する水平断面曲線の例を表している。

図62は、図60と図61との例が、両者並存した水平断面曲線の例を表している。

更に、これら図60ー図62に示す形態をとった場合、それらの水平断面曲線の曲率半径の変化による屈折力変化の影響を相殺する作用を、第2の屈折表面において加えることも可能である。

この目的はレンズを通して見える像の形状倍率の変化を利用することにより、水平断面曲線に沿っての形状倍率を装用者にとって好適なものにコントロールすることが出来る。特に図62の形態をとることによって、装用時の鼻側と耳側の形状倍率をコントロールすることが可能となる。

[0128] なお、説明を簡単にするため、図60ー図62に示す形態は、F1から側方に離れるに従って曲率半径が単調に減少または増加する例のみを挙げたが、一旦減少した後増加したり、変化しない区間があったり、それらの逆変化の形態を組み合わせるなど、様々な変形例が考えられる。

[0129] (変形例3)

ここで、上述の構成とは異なり、スイープ面を有しない両面非球面型累進屈折力レンズの例を、図面を参照しながら説明する。

図63及び図64は、実施の形態の変形例3に係るレンズの物体側表面(第1面)における表面非点収差分布及び表面平均度数分布を示す図である。図面の標記方法は、前述した図41及び図42などのレンズの表面非点収差分布や表面平均度数分

布を示す図と同様である。また、当該レンズ面は、遠用度数測定位置F1における横方向の表面屈折力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれDHf、DVfとし、近用度数測定位置N1における横方向の表面屈折力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれDHn、DVnとすると、 $DHf = DVf = 4.87$ 、 $DHn = 6.12$ 、 $DVn = 7.87$ という特性を有している。尚、当該レンズは、遠用部の度数が0.00であり、加入度数(ADD)が+3.00の上平レンズである。当該レンズの物体側表面(第1面)がスweep面でないことは $DHf < DHn$ であることから明らかである。また、 $DVn - DHn = 7.87 - 6.12 = 1.75$ の値は加入度数より少ないが加入度数の50%を超えており、本件発明の効果をj得る事が出来る。

このように、DHnをDHfより深いカーブにする目的は、当該レンズの物体側表面(第1面)を用いて強い正の遠用度数を製造しようとする場合、当該レンズの眼球側表面(第2面)が凸面形状となつて、レンズ全体がメニスカス形状でなくなることを防ぐためである。

図65及び図66は、上述した実施の形態の変形例3に係るレンズの眼球側表面(第2面)における表面非点収差分布及び表面平均度数分布を示す図である。図面の標記方法は、前述した図45及び図46などのレンズの表面非点収差分布や表面平均度数分布を示す図と同様である。

- [0130] 本発明における「所定の加入度数」の定義として、図6の如く、レンズメーターの開口部を物体側表面の遠用度数測定位置F1と近用度数測定位置N1に当てて測定した屈折力差とした場合の他に、レンズメーターの開口部を眼球側表面の遠用度数測定位置F2と近用度数測定位置N2に当てて測定した屈折力差とした場合、更にはレンズメーターの開口部を眼球側表面の遠用度数測定位置F2に当てて測定した屈折力と、眼球回旋中心位置を中心として回転させて近用度数測定位置N2に向けてN3で測定した屈折力との差とした場合、また各々の屈折力として特に水平方向の屈折力成分のみを用いた場合などがあり、これらの内のいずれの定義を採用することも可能である。

図面の簡単な説明

- [0131] [図1]眼鏡レンズ表面の各位置における各種の表面屈折力の説明図である。

[図2]眼球と視線とレンズとの位置関係の説明図である。

[図3-1]プリズムの倍率 M_y に関する説明図であってプラスレンズとマイナスレンズによる違いや主としてレンズの下部である近用部を用いて眺めた場合の倍率の違いに関する説明図である。

[図3-2]プリズムの倍率 M_y に関する説明図であってプラスレンズとマイナスレンズによる違いや主としてレンズの下部である近用部を用いて眺めた場合の倍率の違いに関する説明図である。

[図3-3]プリズムの倍率 M_y に関する説明図であってプラスレンズとマイナスレンズによる違いや主としてレンズの下部である近用部を用いて眺めた場合の倍率の違いに関する説明図である。

[図4-1]プリズムの倍率 M_y に関する説明図であってプラスレンズとマイナスレンズによる違いや主としてレンズの下部である近用部を用いて眺めた場合の倍率の違いに関する説明図である。

[図4-2]プリズムの倍率 M_y に関する説明図であってプラスレンズとマイナスレンズによる違いや主としてレンズの下部である近用部を用いて眺めた場合の倍率の違いに関する説明図である。

[図4-3]プリズムの倍率 M_y に関する説明図であってプラスレンズとマイナスレンズによる違いや主としてレンズの下部である近用部を用いて眺めた場合の倍率の違いに関する説明図である。

[図5-1]累進屈折力レンズの光学的レイアウトの説明図であって累進屈折力レンズを物体側表面から眺めた正面図である。

[図5-2]累進屈折力レンズの光学的レイアウトの説明図であって縦方向の断面を表す側面図である。

[図5-3]累進屈折力レンズの光学的レイアウトの説明図であって横方向の断面を表す立面図である。

[図6]「加入度数」の定義の違いを示す説明図である。

[図7]実施例1、4、5、6と各々の度数に対応した従来技術A、B、Cの「表面屈折力」と「特定の視線方向に対する厳密な倍率計算結果」を表1-1及び表1-2にまとめて

示した図である。

[図8]実施例2、7と各々の度数に対応した従来技術A, B, Cの「表面屈折力」と「特定の視線方向に対する厳密な倍率計算結果」を表2-1及び表2-2にまとめて示した図である。

[図9]実施例3とその度数に対応した従来技術A, B, Cの「表面屈折力」と「特定の視線方向に対する厳密な倍率計算結果」を表3-1及び表3-2にまとめて示した図である。

[図10]実施例1及び実施例2の表面屈折力分布を表すグラフ1-1、1-2、2-1、2-2を示す図である。

[図11]実施例3の表面屈折力分布を表すグラフ3-1、3-2を示す図である。

[図12]実施例4-6の表面屈折力分布を表すグラフ4-1、4-2、5-1、5-2、6-1、6-2を示す図である。

[図13]実施例7の表面屈折力分布を表すグラフ7-1、7-2を示す図である。

[図14]従来技術例A, B, Cの表面屈折力分布を表すグラフA-1、A-2、B-1、B-2、C-1、C-2を示す図である。

[図15]実施例1とその度数に対応した3種類の従来例A, B, Cのレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフ1-3-Msvを示す図である。

[図16]実施例1とその度数に対応した3種類の従来例A, B, Cのレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフ1-3-Mshを示す図である。

[図17]実施例1とその度数に対応した3種類の従来例A, B, Cのレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフ1-3-Mpvを示す図である。

[図18]実施例1とその度数に対応した3種類の従来例A, B, Cのレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフ1-3-Mphを示す図である。

[図19]実施例1とその度数に対応した3種類の従来例A, B, Cのレンズを主注視線

に沿って眺めたときの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフ 1-3-M_{γv}を示す図である。

[図20]実施例1とその度数に対応した3種類の従来例A, B, Cのレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフ 1-3-M_{γh}を示す図である。

[図21]実施例1とその度数に対応した3種類の従来例A, B, Cのレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフ 1-3-SM_vを示す図である。

[図22]実施例1とその度数に対応した3種類の従来例A, B, Cのレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフ 1-3-SM_hを示す図である。

[図23]実施例2とその度数に対応した3種類の従来例A, B, Cのレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフ 2-3-M_{sv}を示す図である。

[図24]実施例2とその度数に対応した3種類の従来例A, B, Cのレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフ 2-3-M_{sh}を示す図である。

[図25]実施例2とその度数に対応した3種類の従来例A, B, Cのレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフ 2-3-M_{pv}を示す図である。

[図26]実施例2とその度数に対応した3種類の従来例A, B, Cのレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフ 2-3-M_{ph}を示す図である。

[図27]実施例2とその度数に対応した3種類の従来例A, B, Cのレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフ 2-3-M_{γv}を示す図である。

[図28]実施例2とその度数に対応した3種類の従来例A, B, Cのレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフ

2-3-M γ hを示す図である。

[図29]実施例2とその度数に対応した3種類の従来例A, B, Cのレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフ2-3-SMvを示す図である。

[図30]実施例2とその度数に対応した3種類の従来例A, B, Cのレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフ2-3-SMhを示す図である。

[図31]実施例3とその度数に対応した3種類の従来例A, B, Cのレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフ3-3-Msvを示す図である。

[図32]実施例3とその度数に対応した3種類の従来例A, B, Cのレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフ3-3-Mshを示す図である。

[図33]実施例3とその度数に対応した3種類の従来例A, B, Cのレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフ3-3-Mpvを示す図である。

[図34]実施例3とその度数に対応した3種類の従来例A, B, Cのレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフ3-3-Mphを示す図である。

[図35]実施例3とその度数に対応した3種類の従来例A, B, Cのレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフ3-3-M γ vを示す図である。

[図36]実施例3とその度数に対応した3種類の従来例A, B, Cのレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフ3-3-M γ hを示す図である。

[図37]実施例3とその度数に対応した3種類の従来例A, B, Cのレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフ3-3-SMvを示す図である。

[図38]実施例3とその度数に対応した3種類の従来例A, B, Cのレンズを主注視線に沿って眺めたときの倍率分布を厳密な倍率計算を行って求めた結果を表すグラフ3-3-SMhを示す図である。

[図39]実施例1に係るレンズの透過状態における非点収差分布を示す図である。

[図40]実施例1に係るレンズの透過状態における平均度数分布を示す図である。

[図41]実施例1に係るレンズの凸面側の屈折表面における非点収差分布を示す図である。

[図42]実施例1に係るレンズの凸面側の屈折表面における平均度数分布を示す図である。

[図43]実施例1に係るレンズの凸面側の屈折表面における横(水平)方向の度数分布を示す図である。

[図44]実施例1に係るレンズの凸面側の屈折表面における縦(垂直)方向の度数分布を示す図である。

[図45]実施例1に係るレンズの凹面側の屈折表面における非点収差分布を示す図である。

[図46]実施例1に係るレンズの凹面側の屈折表面における平均度数分布を示す図である。

[図47]実施例1に係るレンズの凹面側の屈折表面における横(水平)方向の度数分布を示す図である。

[図48]実施例1に係るレンズの凹面側の屈折表面における縦(垂直)方向の度数分布を示す図である。

[図49]従来技術に係るレンズの凸面側の屈折表面における非点収差分布を示す図である。

[図50]従来技術に係るレンズの凸面側の屈折表面における平均度数分布を示す図である。

[図51]従来技術に係るレンズの凸面側の屈折表面における横(水平)方向の度数分布を示す図である。

[図52]従来技術に係るレンズの凸面側の屈折表面における縦(垂直)方向の度数

分布を示す図である。

[図53]実施の形態の変形例1に係るレンズの物体側表面における縦(垂直)方向の度数分布を示す図である。

[図54]実施の形態の変形例1に係るレンズの物体側表面における表面非点収差分分布を示す図である。

[図55]実施の形態の変形例1に係るレンズの物体側表面における表面平均度数分布を示す図である。

[図56]実施の形態の変形例1に係るレンズの物体側表面における縦(垂直)方向の度数変化を示す図である。

[図57]実施の形態の変形例2に係るレンズの一般的なスweep面の例を示す図である。

[図58]図57にて実線で示されている子午線を、レンズ側方から眺めた図である。

[図59]図57にて点線で示されている掃引線を、レンズ上方から眺めた図である。

[図60]図59にて示したレンズ上方から眺めた掃引線の第1変形例である。

[図61]図59にて示したレンズ上方から眺めた掃引線の第2変形例である。

[図62]図59にて示したレンズ上方から眺めた掃引線の第3変形例である。

[図63]実施の形態の変形例3に係るレンズの物体側表面における表面非点収差分分布を示す図である。

[図64]実施の形態の変形例3に係るレンズの物体側表面における表面平均度数分布を示す図である。

[図65]実施の形態の変形例3に係るレンズの眼球側表面における表面非点収差分分布を示す図である。

[図66]実施の形態の変形例3に係るレンズの眼球側表面における表面平均度数分布を示す図である。

請求の範囲

- [1] 物体側表面である第1の屈折表面と、眼球側表面である第2の屈折表面とに分割配分されている累進屈折力作用を備えた両面非球面型累進屈折力レンズであって、
前記第1の屈折表面において、遠用度数測定位置F1における横方向の表面屈折力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれ、 DH_f 、 DV_f とし、
前記第1の屈折表面において、近用度数測定位置N1における横方向の表面屈折力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれ DH_n 、 DV_n とするとき、
 $DH_f + DH_n < DV_f + DV_n$ 、かつ、 $DH_n < DV_n$
となる関係式を満足させると共に、前記第1の屈折表面のF1及びN1における表面非点収差成分を、前記第2の屈折表面にて相殺し、前記第1と第2の屈折表面とを合わせて処方値に基づいた遠用度数(D_f)と加入度数(ADD)とを与えるようにし、
前記第1の屈折表面の非点収差の分布が、前記遠用度数測定位置F1を通る一本の子午線を境に左右対称であり、前記第2の屈折表面の非点収差の分布が、この第2の屈折表面の遠用度数測定位置F2を通る一本の子午線を境に左右非対称であり、かつ、この第2の屈折表面の近用度数測定位置N2の配置は、所定の距離だけ鼻側に内寄せされていることを特徴とする両面非球面型累進屈折力レンズ。
- [2] 請求項1に記載の両面非球面型累進屈折力レンズにおいて、
前記両面非球面型累進屈折力レンズの近用部における透過非点収差の分布は、鼻側が密、こめかみ側が疎になるように配置されていることを特徴とする両面非球面型累進屈折力レンズ。
- [3] 物体側表面である第1の屈折表面と、眼球側表面である第2の屈折表面とに分割配分されている累進屈折力作用を備えた両面非球面型累進屈折力レンズの設計方法であって、
前記第1の屈折表面において、遠用度数測定位置F1における横方向の表面屈折力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれ、 DH_f 、 DV_f とし、
前記第1の屈折表面において、近用度数測定位置N1における横方向の表面屈折力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれ DH_n 、 DV_n とするとき、
 $DH_f + DH_n < DV_f + DV_n$ 、かつ、 $DH_n < DV_n$

となる関係式を満足させると共に、前記第1の屈折表面のF1及びN1における表面非点収差成分を、前記第2の屈折表面にて相殺し、前記第1と第2の屈折表面とを合わせて処方値に基づいた遠用度数(Df)と加入度数(ADD)とを与えるようにし、

前記第1の屈折表面の非点収差の分布が、前記遠用度数測定位置F1を通る一本の子午線を境に左右対称であり、前記第2の屈折表面の非点収差の分布が、この第2の屈折表面の遠用度数測定位置F2を通る一本の子午線を境に左右非対称であり、かつ、この第2の屈折表面の近用度数測定位置N2の配置は、所定の距離だけ鼻側に内寄せされていることを特徴とする両面非球面型累進屈折力レンズの設計方法。

[4] 請求項3に記載の両面非球面型累進屈折力レンズの設計方法において、

前記両面非球面型累進屈折力レンズの近用部における透過非点収差の分布は、鼻側が密、こめかみ側が疎になるように配置されていることを特徴とする両面非球面型累進屈折力レンズの設計方法。

[5] 物体側表面である第1の屈折表面と、眼球側表面である第2の屈折表面とに分割配分されている累進屈折力作用を備えた両面非球面型累進屈折力レンズであって、

前記第1の屈折表面において、遠用度数測定位置F1における横方向の表面屈折力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれ、DHf、DVfとし、

前記第1の屈折表面において、近用度数測定位置N1における横方向の表面屈折力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれDHn、DVnとすると、

$$DHf + DHn < DVf + DVn, \text{ かつ, } DHn < DVn$$

となる関係式を満足させると共に、前記第1の屈折表面のF1及びN1における表面非点収差成分を、前記第2の屈折表面にて相殺し、前記第1と第2の屈折表面とを合わせて処方値に基づいた遠用度数(Df)と加入度数(ADD)とを与えるようにし、

前記第1の屈折表面の平均度数の分布が、前記遠用度数測定位置F1を通る一本の子午線を境に左右対称とし、前記第2の屈折表面の平均度数の分布が、この第2の屈折表面の遠用度数測定位置F2を通る一本の子午線を境に左右非対称とし、かつ、この第2の屈折表面の近用度数測定位置N2の配置は、所定の距離だけ鼻側に内寄せされていることを特徴とする両面非球面型累進屈折力レンズ。

- [6] 請求項5に記載の両面非球面型累進屈折力レンズにおいて、
前記両面非球面型累進屈折力レンズの近用部における透過平均度数の分布を、
鼻側が密、こめかみ側が疎になるように配置することを特徴とする両面非球面型累進
屈折力レンズ。
- [7] 物体側表面である第1の屈折表面と、眼球側表面である第2の屈折表面とに分割
配分されている累進屈折力作用を備えた両面非球面型累進屈折力レンズの設計方
法であって、
前記第1の屈折表面において、遠用度数測定位置F1における横方向の表面屈折
力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれ、 DH_f 、 DV_f とし、
前記第1の屈折表面において、近用度数測定位置N1における横方向の表面屈折
力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれ DH_n 、 DV_n とすると、
 $DH_f + DH_n < DV_f + DV_n$ 、かつ、 $DH_n < DV_n$
となる関係式を満足させると共に、前記第1の屈折表面のF1及びN1における表面
非点収差成分を、前記第2の屈折表面にて相殺し、前記第1と第2の屈折表面とを合
わせて処方値に基づいた遠用度数(D_f)と加入度数(ADD)とを与えるようにし、
前記第1の屈折表面の平均度数の分布が、前記遠用度数測定位置F1を通る一本
の子午線を境に左右対称とし、前記第2の屈折表面の平均度数の分布が、この第2
の屈折表面の遠用度数測定位置F2を通る一本の子午線を境に左右非対称とし、か
つ、この第2の屈折表面の近用度数測定位置N2の配置は、所定の距離だけ鼻側に
内寄せされていることを特徴とする両面非球面型累進屈折力レンズの設計方法。
- [8] 請求項7に記載の両面非球面型累進屈折力レンズの設計方法において、
前記両面非球面型累進屈折力レンズの近用部における透過平均度数の分布を、
鼻側が密、こめかみ側が疎になるように配置することを特徴とする両面非球面型累進
屈折力レンズの設計方法。
- [9] 物体側表面である第1の屈折表面と、眼球側表面である第2の屈折表面とに、分割
配分されている累進屈折力作用を備えた両面非球面型累進屈折力レンズであって、
前記第1の屈折表面において、近用度数測定位置N1における横方向の表面屈折
力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれ DH_n 、 DV_n とすると、

$$DV_n - DH_n > ADD/2$$

となる関係式を満足させると共に、前記第1の屈折表面のN1における表面非点収差成分を前記第2の屈折表面にて相殺し、前記第1と第2の屈折表面とを合わせて、処方値に基づいた近用度数(Dn)を与える構成となっていることを特徴とする両面非球面型累進屈折力レンズ。

- [10] 請求項9に記載の両面非球面型累進屈折力レンズにおいて、
前記第1の屈折表面において、遠用度数測定位置F1における横方向の表面屈折力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれDHf、DVfとするとき、

$$DH_f + DH_n < DV_f + DV_n, \text{ かつ、 } DV_n - DV_f > ADD/2, \text{ かつ、 } \\ DH_n - DH_f < ADD/2$$

となる関係式を満足させると共に、前記第1の屈折表面のF1及びN1における表面非点収差成分を前記第2の屈折表面にて相殺し、前記第1と第2の屈折表面とを合わせて処方値に基づいた遠用度数(Df)と加入度数(ADD)を与える構成となっていることを特徴とする両面非球面型累進屈折力レンズ。

- [11] 請求項9又は10に記載の両面非球面型累進屈折力レンズにおいて、
前記第1の屈折表面が、前記遠用度数測定位置F1を通る一本の子午線を境に左右対称であり、前記第2の屈折表面が、この第2の屈折表面の遠用度数測定位置F2を通る一本の子午線を境に左右非対称であって、かつ、この第2の屈折表面の近用度数測定位置N2の配置は、所定の距離だけ鼻側に内寄せされていることを特徴とする両面非球面型累進屈折力レンズ。

- [12] 請求項9～11のいずれかに記載の両面非球面型累進屈折力レンズにおいて、
前記第1の屈折表面が、前記遠用度数測定位置F1を通る一本の子午線を母線とした回転面であり、前記第2の屈折表面が、この第2の屈折表面の遠用度数測定位置F2を通る一本の子午線を境に左右非対称であって、かつ、この第2の屈折表面の近用度数測定位置N2の配置は、所定の距離だけ鼻側に内寄せされていることを特徴とする両面非球面型累進屈折力レンズ。

- [13] 請求項9～11のいずれかに記載の両面非球面型累進屈折力レンズにおいて、
前記第1の屈折表面において、前記遠用度数測定位置F1を通る水平方向断面曲

線は、真円ではなく所定の屈折力変化を有しており、かつ、この水平方向断面曲線上の任意の位置における法線を含む垂直方向断面による断面曲線は、前記遠用度数測定位置F1を通る子午線と実質的に同一であることを特徴とする両面非球面型累進屈折力レンズ。

- [14] 請求項9～13のいずれかに記載の両面非球面型累進屈折力レンズにおいて、前記第1と第2の屈折表面とを合わせて処方値に基づいた遠用度数(Df)と加入度数(ADD)とを与えると共に、必要に応じてプリズム屈折力(Pf)を与える構成とする上で、装用状態における視線とレンズ面とが直交しえないことに起因する非点収差や度数誤差の発生、及び周辺視野における像の歪みの発生の少なくとも1種以上の項目について非球面補正したことを特徴とする両面非球面型累進屈折力レンズ。
- [15] 物体側表面である第1の屈折表面と、眼球側表面である第2の屈折表面とに、分割配分されている累進屈折力作用を備えた両面非球面型累進屈折力レンズの設計方法であって、
- 前記第1の屈折表面において、近用度数測定位置N1における横方向の表面屈折力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれDHn、DVnとすると、
- $$DVn - DHn > ADD / 2$$
- となる関係式を満足させると共に、前記第1の屈折表面のN1における表面非点収差成分を前記第2の屈折表面にて相殺し、前記第1と第2の屈折表面とを合わせて、処方値に基づいた近用度数(Dn)とすることを特徴とする両面非球面型累進屈折力レンズの設計方法。
- [16] 請求項15に記載の両面非球面型累進屈折力レンズの設計方法において、
- 前記第1の屈折表面において、遠用度数測定位置F1における横方向の表面屈折力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれDHf、DVfとすると、
- $$DHf + DHn < DVf + DVn、かつ、DVn - DVf > ADD / 2、かつ、$$
- $$DHn - DHf < ADD / 2$$
- となる関係式を満足させると共に、前記第1の屈折表面のF1及びN1における表面非点収差成分を前記第2の屈折表面にて相殺し、前記第1と第2の屈折表面とを合わせて処方値に基づいた遠用度数(Df)と加入度数(ADD)を与えることを特徴とする

る両面非球面型累進屈折力レンズの設計方法。

- [17] 請求項15又は16に記載の両面非球面型累進屈折力レンズの設計方法において

、

前記第1の屈折表面が、前記遠用度数測定位置F1を通る一本の子午線を境に左右対称であり、前記第2の屈折表面が、この第2の屈折表面の遠用度数測定位置F2を通る一本の子午線を境に左右非対称であって、かつ、この第2の屈折表面の近用度数測定位置N2の配置は、所定の距離だけ鼻側に内寄せされていることを特徴とする両面非球面型累進屈折力レンズの設計方法。

- [18] 請求項15～17のいずれかに記載の両面非球面型累進屈折力レンズ設計方法において、

前記第1の屈折表面が、前記遠用度数測定位置F1を通る一本の子午線を母線とした回転面であり、前記第2の屈折表面が、この第2の屈折表面の遠用度数測定位置F2を通る一本の子午線を境に左右非対称であって、かつ、この第2の屈折表面の近用度数測定位置N2の配置は、所定の距離だけ鼻側に内寄せされていることを特徴とする両面非球面型累進屈折力レンズ設計方法。

- [19] 請求項15～17のいずれかに記載の両面非球面型累進屈折力レンズの設計方法において、

前記第1の屈折表面において、前記遠用度数測定位置F1を通る水平方向断面曲線を、真円ではなく所定の屈折力変化を有するものとし、かつ、この水平方向断面曲線上の任意の位置における法線を含む垂直方向断面による断面曲線は、前記遠用度数測定位置F1を通る子午線と実質的に同一とすることを特徴とする両面非球面型累進屈折力レンズの設計方法。

- [20] 請求項15～19のいずれかに記載の両面非球面型累進屈折力レンズの設計方法において、

前記第1と第2の屈折表面とを合わせて処方値に基づいた遠用度数(Df)と加入度数(ADD)とを与えると共に、必要に応じてプリズム屈折力(Pf)を与える構成とする上で、装用状態における視線とレンズ面とが直交しないことに起因する非点収差や度数誤差の発生、及び周辺視野における像の歪みの発生の少なくとも1種以上の項

目について非球面補正したことを特徴とする両面非球面型累進屈折力レンズの設計方法。

- [21] 物体側表面である第1の屈折表面と、眼球側表面である第2の屈折表面とに分割配分されている累進屈折力作用を備えた両面非球面型累進屈折力レンズであって、

前記第1の屈折表面において、遠用度数測定位置F1における横方向の表面屈折力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれ、DHf、DVfとし、

前記第1の屈折表面において、近用度数測定位置N1における横方向の表面屈折力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれDHn、DVnとするとき、

$$DVn - DVf > ADD / 2$$

となる関係式を満足させると共に、前記第1の屈折表面のF1及びN1における表面非点収差成分を、前記第2の屈折表面にて相殺し、前記第1と第2の屈折表面とを合わせて処方値に基づいた加入度数(ADD)を与えるようにし、

かつ、

F1を通る縦方向断面曲線において、F1からN1と同じ高さに至る縦方向断面度数変化の50%を与える位置を中心として縦方向へ±4mmに位置する2本の水平線と、F1を通る縦方向の直線から水平方向へ±15mmに位置する2本の縦線で囲まれた矩形内の任意の位置において、

前記第1の屈折表面における表面縦方向断面度数の微分値は、横方向微分値の絶対値よりも縦方向微分値の絶対値の方が大きいことを特徴とする両面非球面型累進屈折力レンズ。

- [22] 物体側表面である第1の屈折表面と、眼球側表面である第2の屈折表面とに分割配分されている累進屈折力作用を備えた両面非球面型累進屈折力レンズであって、

前記第1の屈折表面において、遠用度数測定位置F1における横方向の表面屈折力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれ、DHf、DVfとし、

前記第1の屈折表面において、近用度数測定位置N1における横方向の表面屈折力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれDHn、DVnとするとき、

$$DVn - DVf > ADD / 2$$

となる関係式を満足させると共に、前記第1の屈折表面のF1及びN1における表面

非点収差成分を、前記第2の屈折表面にて相殺し、前記第1と第2の屈折表面とを合わせて処方値に基づいた加入度数(ADD)を与えるようにし、

かつ、

F1を通る縦方向断面曲線において、F1からN1と同じ高さに至る縦方向断面度数変化の50%を与える位置を中心として縦方向へ±4mmに位置する2本の水平線と、F1を通る縦方向の直線から水平方向へ±15mmに位置する2本の縦線で囲まれた矩形内の任意の位置において、

前記第1の屈折表面における表面非点収差量の微分値は、横方向微分値の絶対値よりも縦方向微分値の絶対値の方が大きく、

かつ、

前記矩形内の任意の位置において、

前記第1の屈折表面における表面平均度数の微分値は、横方向微分値の絶対値よりも縦方向微分値の絶対値の方が大きいことを特徴とする両面非球面型累進屈折力レンズ。

- [23] 物体側表面である第1の屈折表面と、眼球側表面である第2の屈折表面とに分割配分されている累進屈折力作用を備えた両面非球面型累進屈折力レンズの設計方法であって、

前記第1の屈折表面において、遠用度数測定位置F1における横方向の表面屈折力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれ、 DH_f 、 DV_f とし、

前記第1の屈折表面において、近用度数測定位置N1における横方向の表面屈折力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれ DH_n 、 DV_n とするとき、

$$DV_n - DV_f > ADD / 2$$

となる関係式を満足させると共に、前記第1の屈折表面のF1及びN1における表面非点収差成分を、前記第2の屈折表面にて相殺し、前記第1と第2の屈折表面とを合わせて処方値に基づいた加入度数(ADD)を与えるようにし、

かつ、

F1を通る縦方向断面曲線において、F1からN1と同じ高さに至る縦方向断面度数変化の50%を与える位置を中心として縦方向へ±4mmに位置する2本の水平線と

、F1を通る縦方向の直線から水平方向へ±15mmに位置する2本の縦線で囲まれた矩形内の任意の位置において、

前記第1の屈折表面における表面縦方向断面度数の微分値は、横方向微分値の絶対値よりも縦方向微分値の絶対値の方を大きくすることを特徴とする両面非球面型累進屈折力レンズの設計方法。

- [24] 物体側表面である第1の屈折表面と、眼球側表面である第2の屈折表面とに分割配分されている累進屈折力作用を備えた両面非球面型累進屈折力レンズの設計方法であって、

前記第1の屈折表面において、遠用度数測定位置F1における横方向の表面屈折力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれ、DHf、DVfとし、

前記第1の屈折表面において、近用度数測定位置N1における横方向の表面屈折力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれDHn、DVnとするとき、

$$DVn - DVf > ADD / 2$$

となる関係式を満足させると共に、前記第1の屈折表面のF1及びN1における表面非点収差成分を、前記第2の屈折表面にて相殺し、前記第1と第2の屈折表面とを合わせて処方値に基づいた加入度数(ADD)を与えるようにし、

かつ、

F1を通る縦方向断面曲線において、F1からN1と同じ高さに至る縦方向断面度数変化の50%を与える位置を中心として縦方向へ±4mmに位置する2本の水平線と、F1を通る縦方向の直線から水平方向へ±15mmに位置する2本の縦線で囲まれた矩形内の任意の位置において、

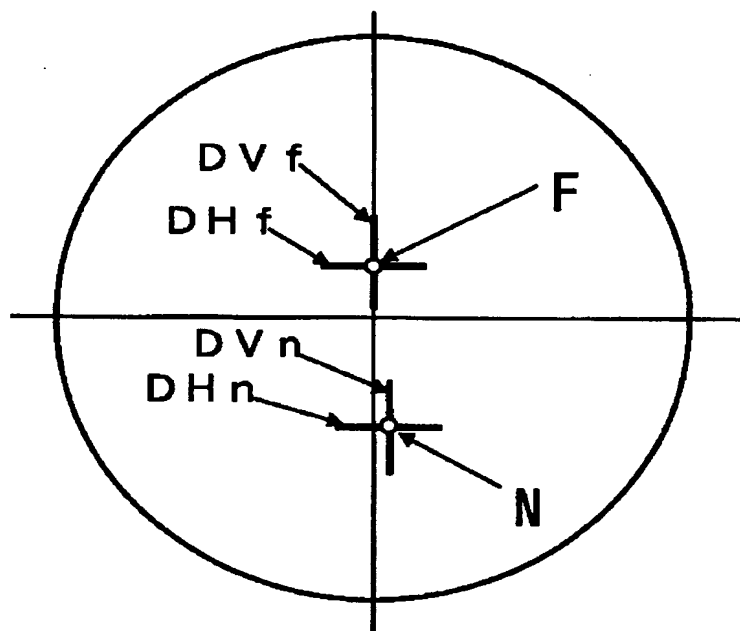
前記第1の屈折表面における表面非点収差量の微分値は、横方向微分値の絶対値よりも縦方向微分値の絶対値の方を大きく、

かつ、

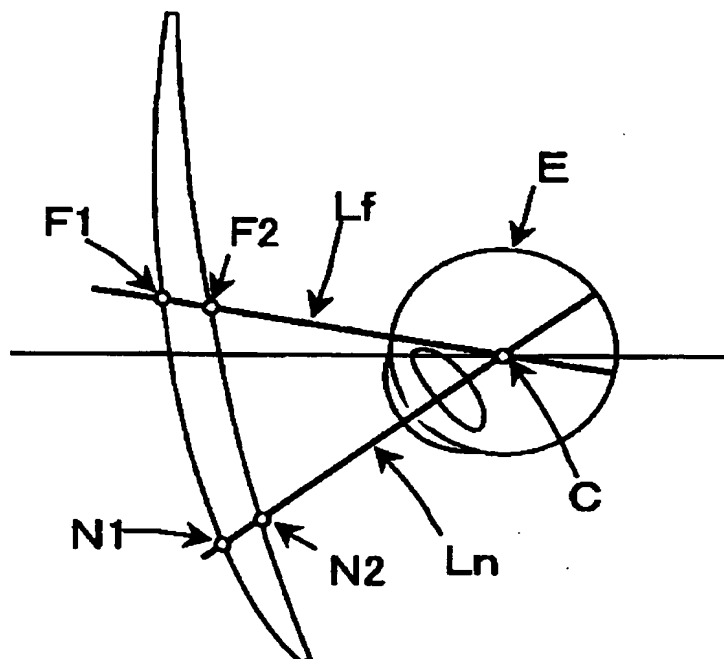
前記矩形内の任意の位置において、

前記第1の屈折表面における表面平均度数の微分値は、横方向微分値の絶対値よりも縦方向微分値の絶対値の方を大きくすることを特徴とする両面非球面型累進屈折力レンズの設計方法。

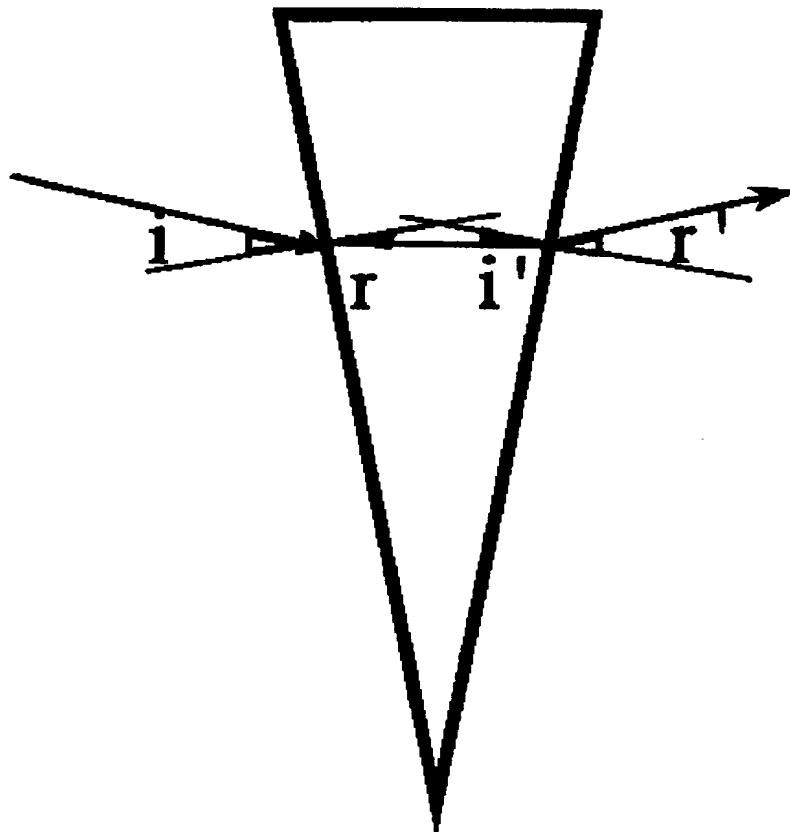
[図1]



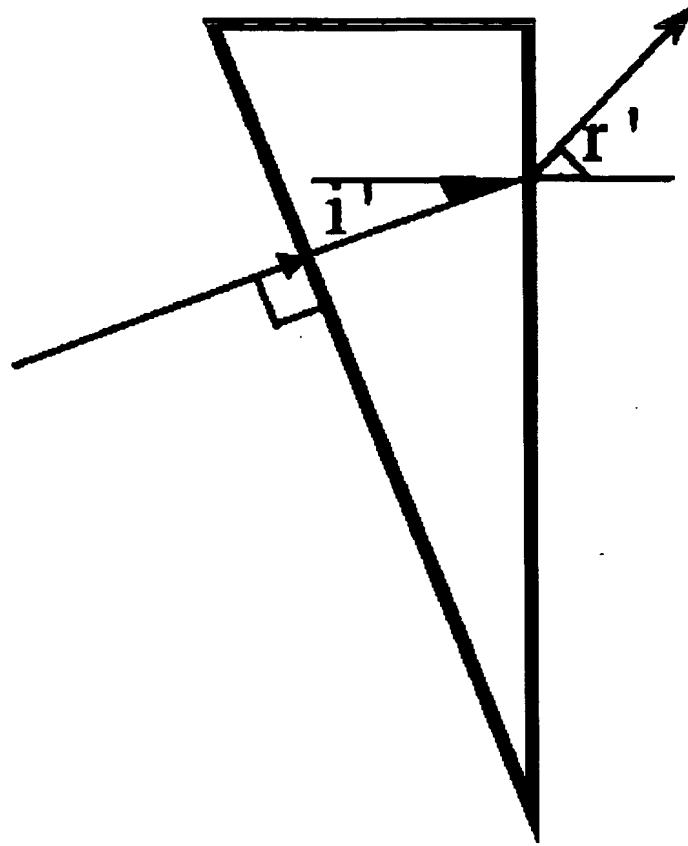
[図2]



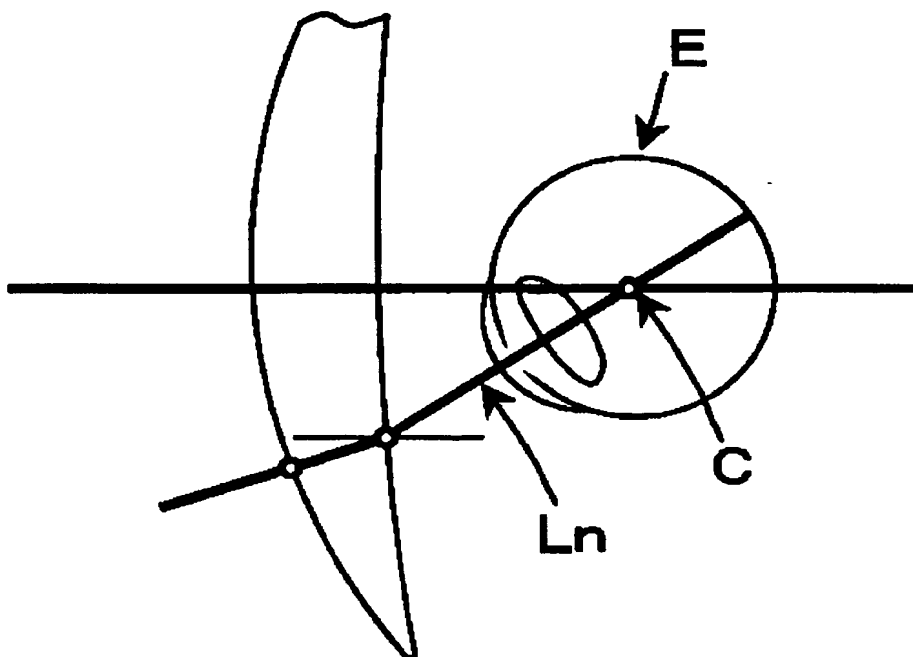
[図3-1]



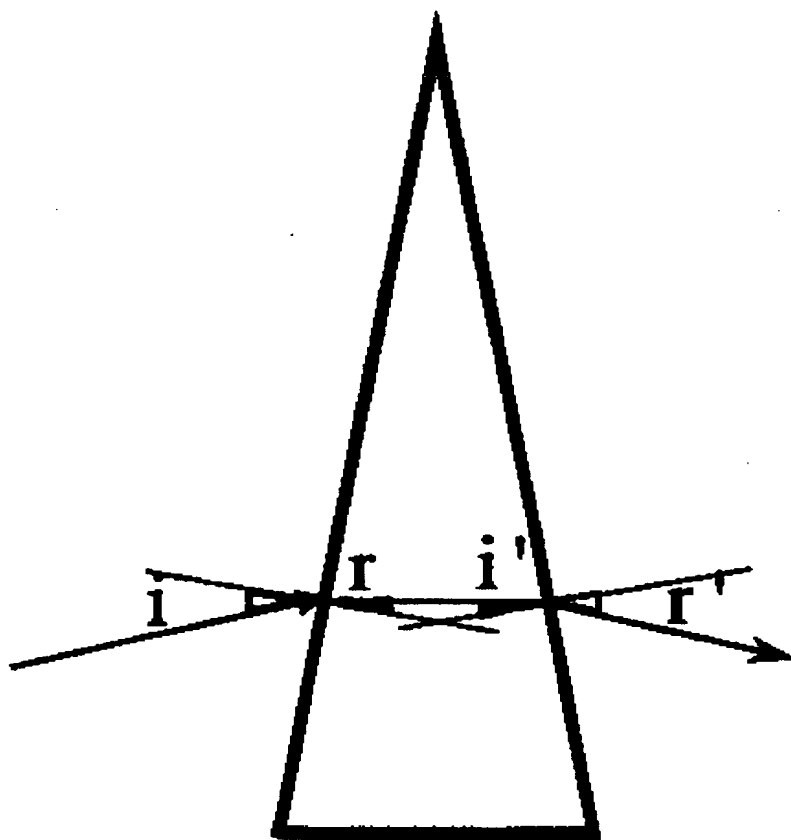
[図3-2]



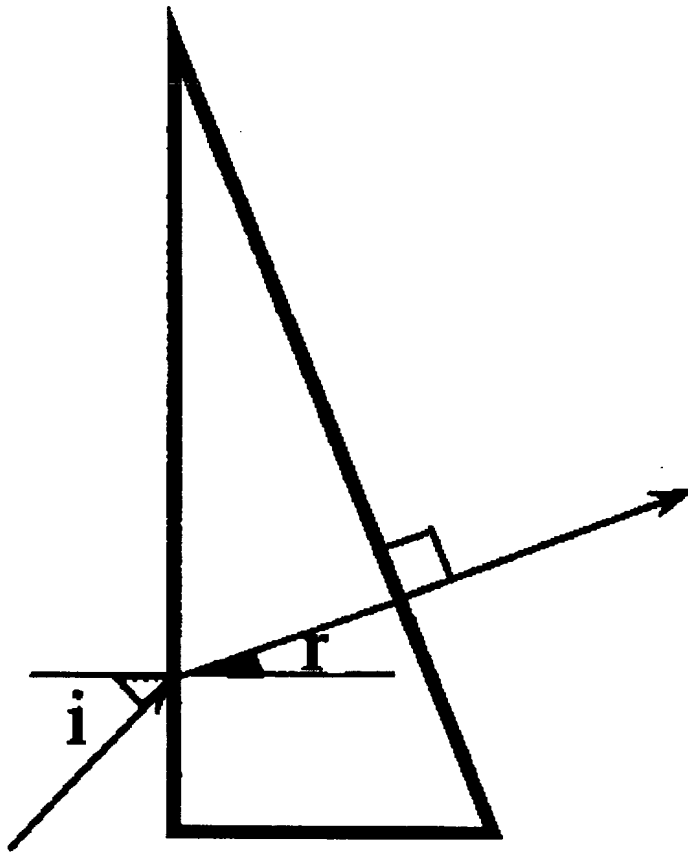
[図3-3]



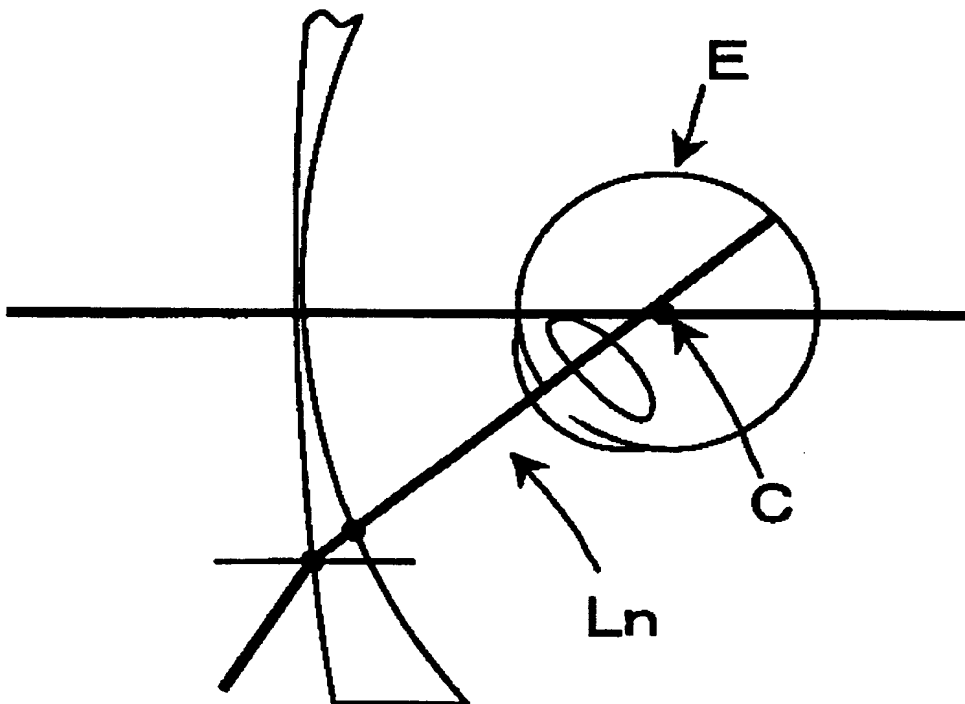
[図4-1]



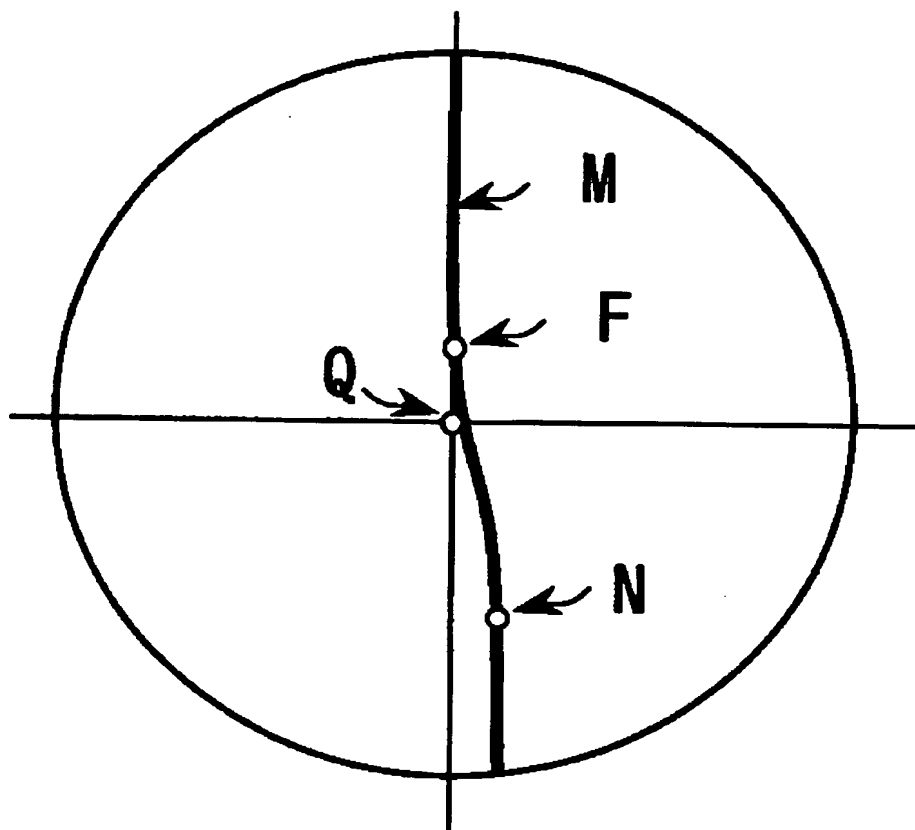
[図4-2]



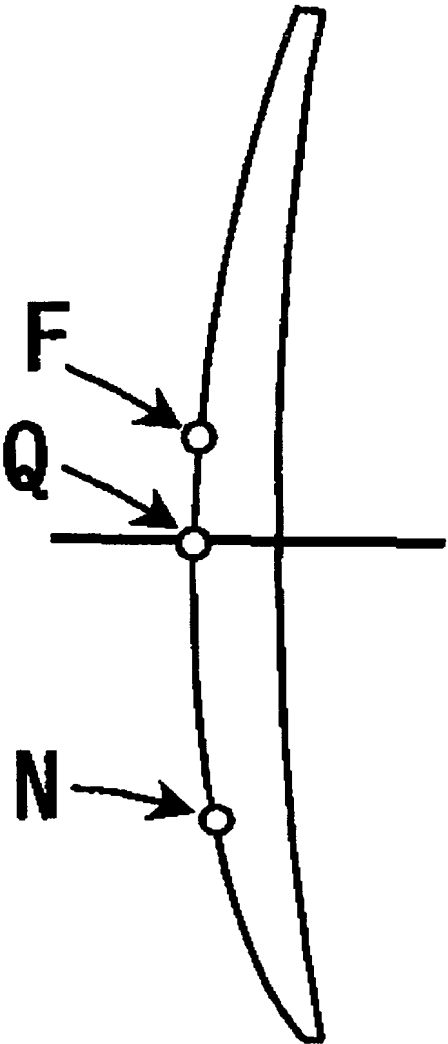
[図4-3]



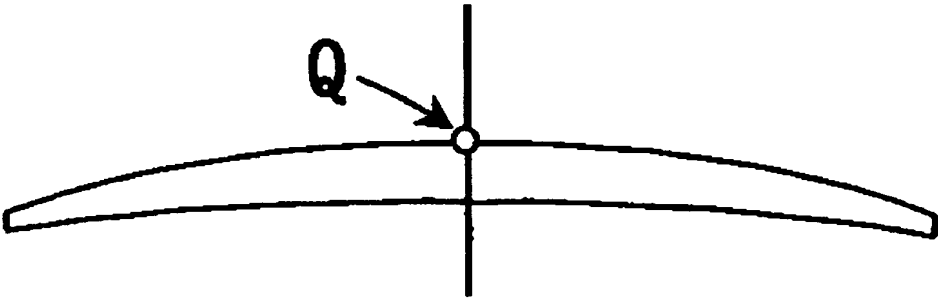
[図5-1]



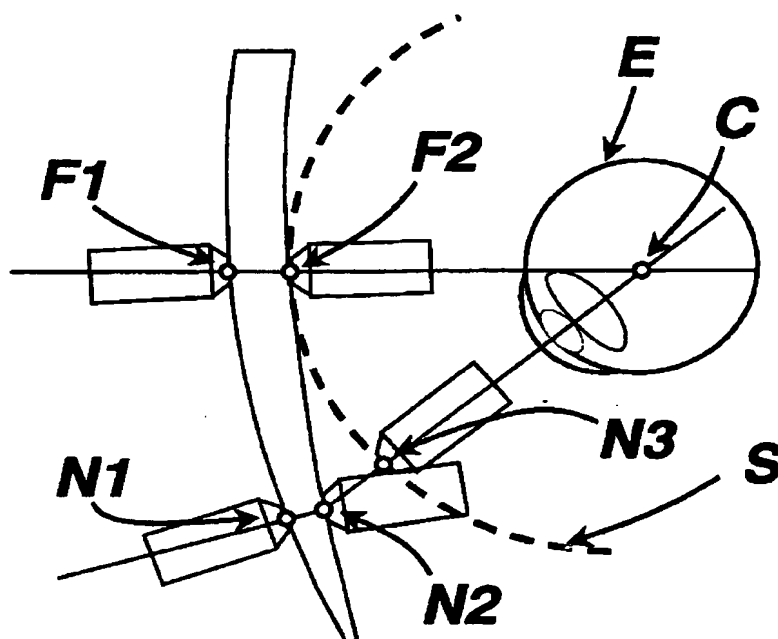
[図5-2]



[図5-3]



[図6]



[図7]

表 1-1	DVf1	DHf1	DVn1	DHn1	DVf2	DHf2	DVn2	DHn2
従来技術例A(凸面黒塗)	4.00	4.00	7.00	7.00	4.00	4.00	4.00	4.00
従来技術例B(両面黒塗)	4.75	4.75	6.25	6.25	4.75	4.75	3.25	3.25
従来技術例C(凹面黒塗)	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	2.50	2.50
実施例 1	4.75	4.75	7.75	4.75	4.75	4.75	4.75	1.75
実施例 4	6.50	4.00	8.50	4.00	5.50	4.00	5.50	1.00
実施例 5	6.25	6.25	6.25	3.25	6.25	6.25	3.25	0.25
実施例 6	6.50	4.50	6.50	4.50	6.50	4.50	3.50	1.50

表 1-2	SMVf	SMVn	SMVfn	SMHf	SMHn	SMHfn
従来技術例A(凸面黒塗)	1.0087	1.1467	0.1380	1.0077	1.1092	0.1015
従来技術例B(両面黒塗)	1.0104	1.1464	0.1360	1.0092	1.1080	0.0988
従来技術例C(凹面黒塗)	1.0120	1.1462	0.1342	1.0107	1.1068	0.0961
実施例 1	1.0104	1.1446	0.1342	1.0092	1.1046	0.0954
実施例 4	1.0120	1.1428	0.1308	1.0076	1.1028	0.0952
実施例 5	1.0137	1.1438	0.1301	1.0123	1.1024	0.0901
実施例 6	1.0143	1.1431	0.1288	1.0086	1.1042	0.0956

[図8]

表 2-1									
	DVf1	DHf1	DVn1	DHn1	DVf2	DHf2	DVn2	DHn2	
従来技術例A(凸面累進)	9.00	9.00	12.00	12.00	3.00	3.00	3.00	3.00	
従来技術例B(両面累進)	9.75	9.75	11.25	11.25	3.75	3.75	2.25	2.25	
従来技術例C(凹面累進)	10.50	10.50	10.50	10.50	4.50	4.50	1.50	1.50	
実施例 2	9.75	9.75	12.75	9.75	3.75	3.75	3.75	0.75	
実施例 7	9.00	9.00	15.00	9.00	3.00	3.00	6.00	0.00	

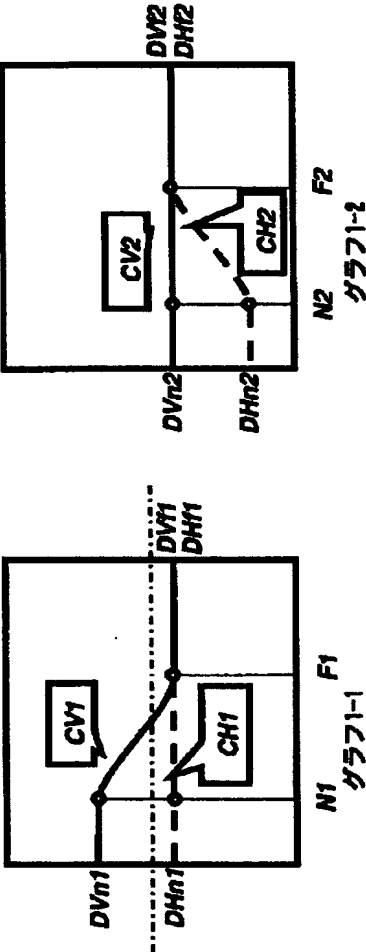
表 2-2									
	SMVf	SMVn	SMVfn	SMHf	SMHn	SMHfn			
従来技術例A(凸面累進)	1.1661	1.3936	0.2275	1.1452	1.2777	0.1325			
従来技術例B(両面累進)	1.1684	1.3961	0.2277	1.1487	1.2755	0.1268			
従来技術例C(凹面累進)	1.1709	1.3989	0.2280	1.1523	1.2733	0.1210			
実施例 2	1.1683	1.3834	0.2151	1.1486	1.2685	0.1199			
実施例 7	1.1658	1.3724	0.2066	1.1451	1.2639	0.1166			

[図9]

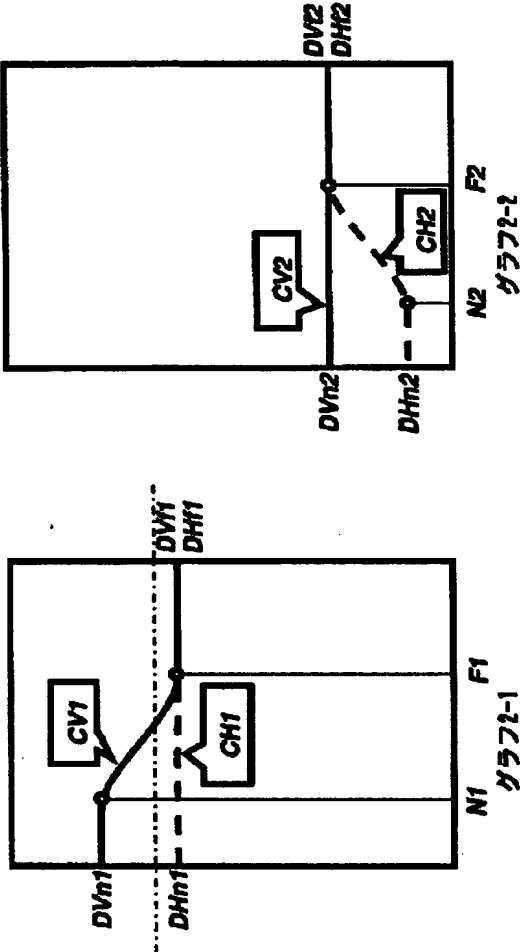
表 3-1	DVf1	DHf1	DVn1	DHn1	DVf2	DHf2	DVn2	DHn2
従来技術例A(凸面累進)	1.00	1.00	4.00	4.00	7.00	7.00	7.00	7.00
従来技術例B(両面累進)	1.75	1.75	3.25	3.25	7.75	7.75	6.25	6.25
従来技術例C(凹面累進)	2.50	2.50	2.50	2.50	8.50	8.50	5.50	6.50
実施例 3	1.75	1.75	4.75	1.75	7.75	7.75	7.75	4.75

表 3-2	SMVf	SMVn	SMVfn	SMHf	SMHn	SMHfn
従来技術例A(凸面累進)	0.8953	0.9428	0.0476	0.9140	0.9914	0.0774
従来技術例B(両面累進)	0.8973	0.9391	0.0418	0.9149	0.9899	0.0750
従来技術例C(凹面累進)	0.8991	0.9354	0.0363	0.9157	0.9884	0.0727
実施例 3	0.8973	0.9485	0.0512	0.9149	0.9875	0.0726

[図10]

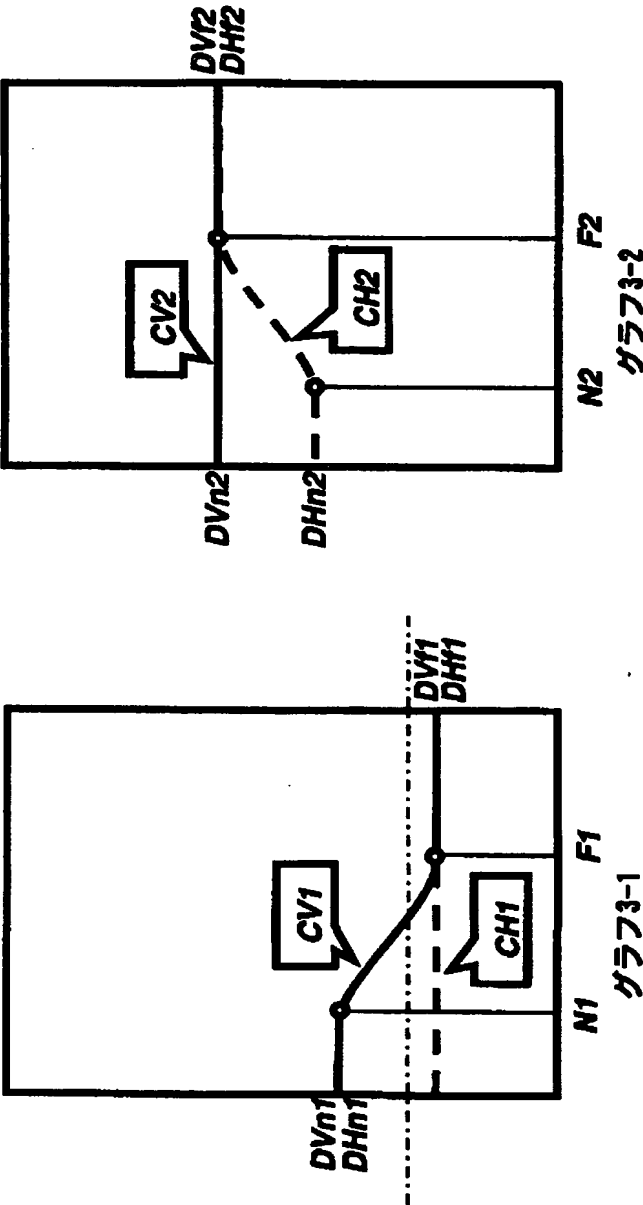


実施例 1



実施例 2

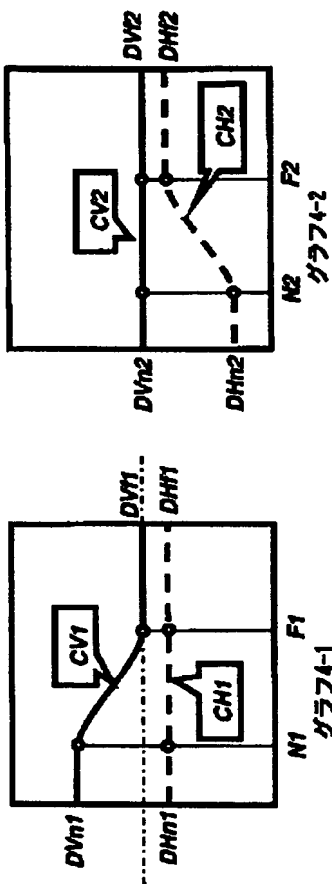
[図11]



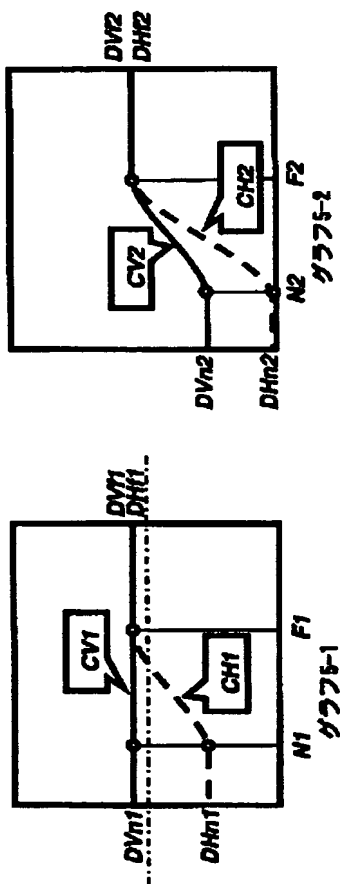
実施例 3

[図12]

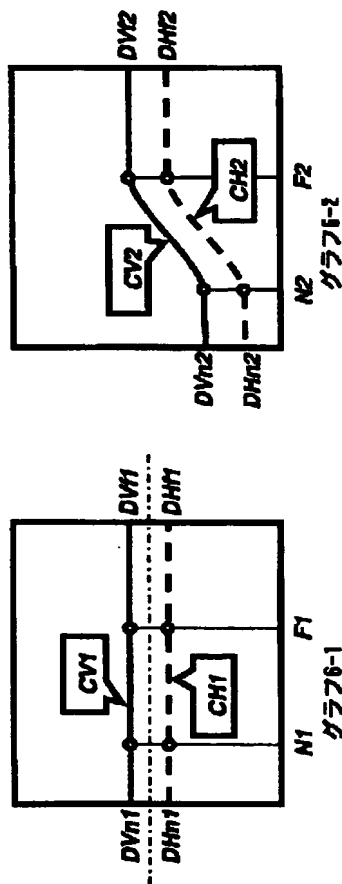
実施例 4



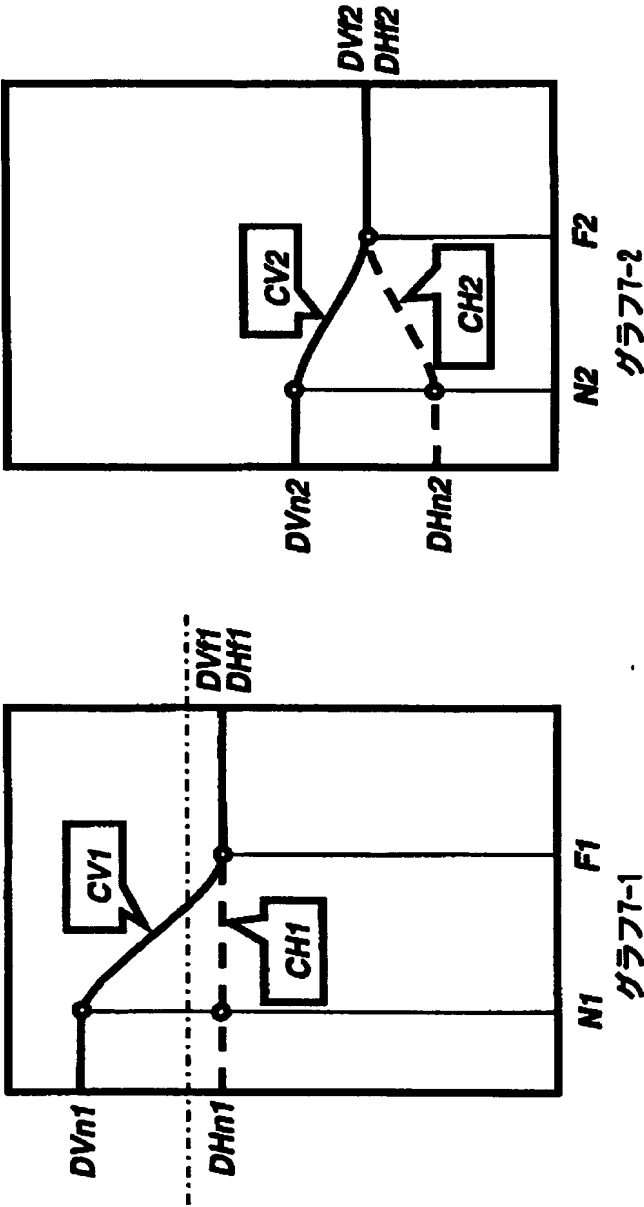
実施例 5



実施例 6

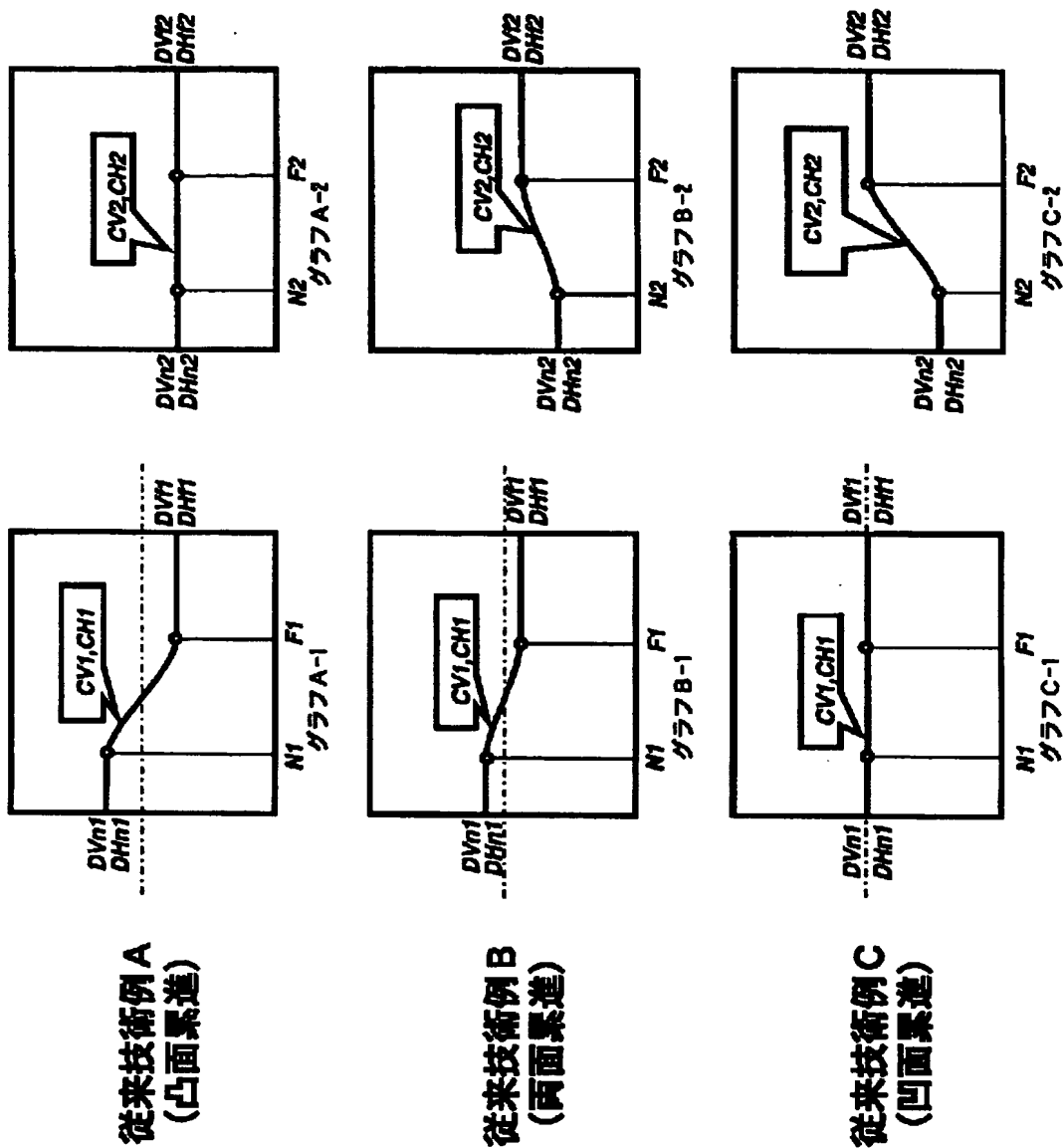


[図13]

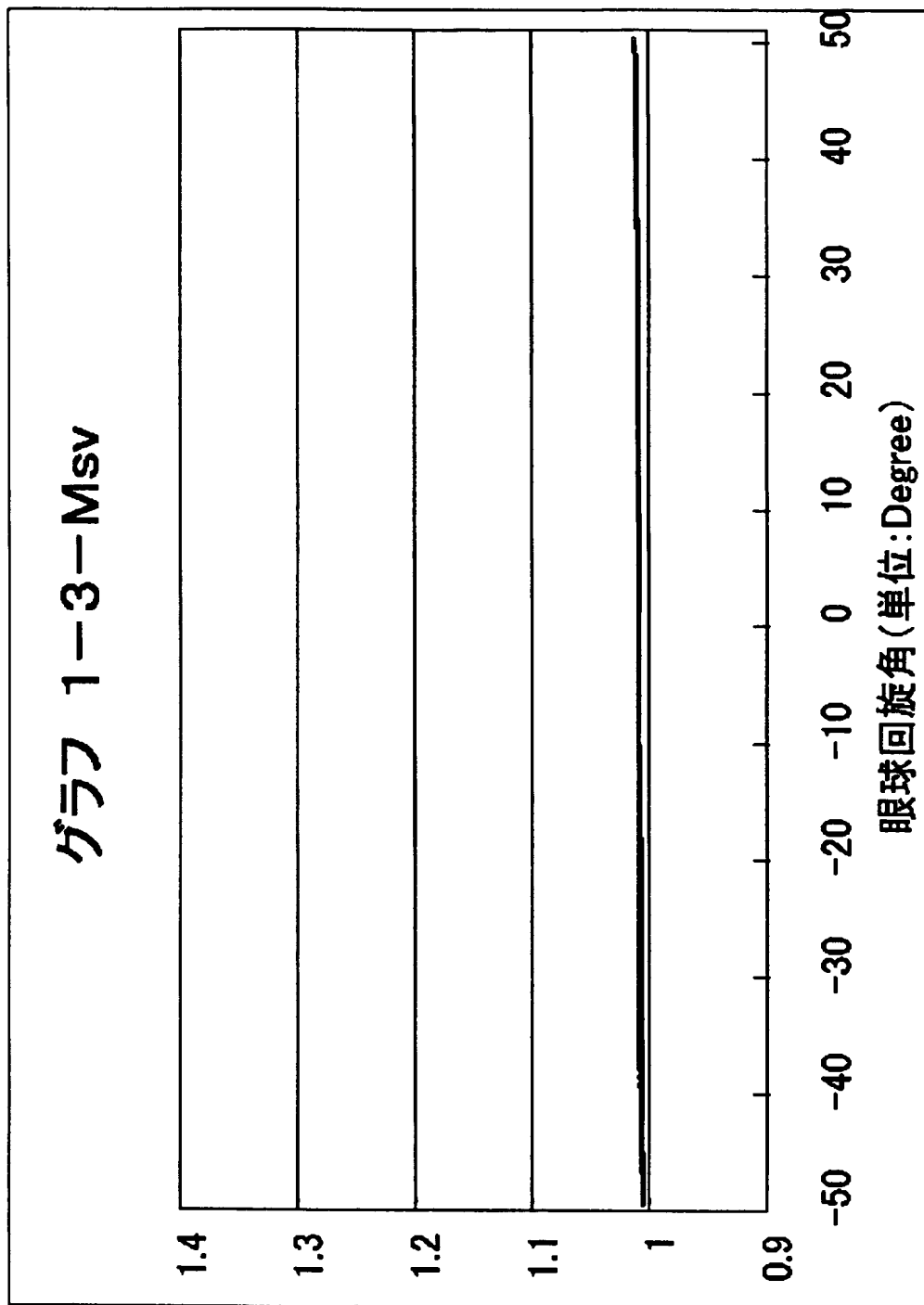


実施例 7

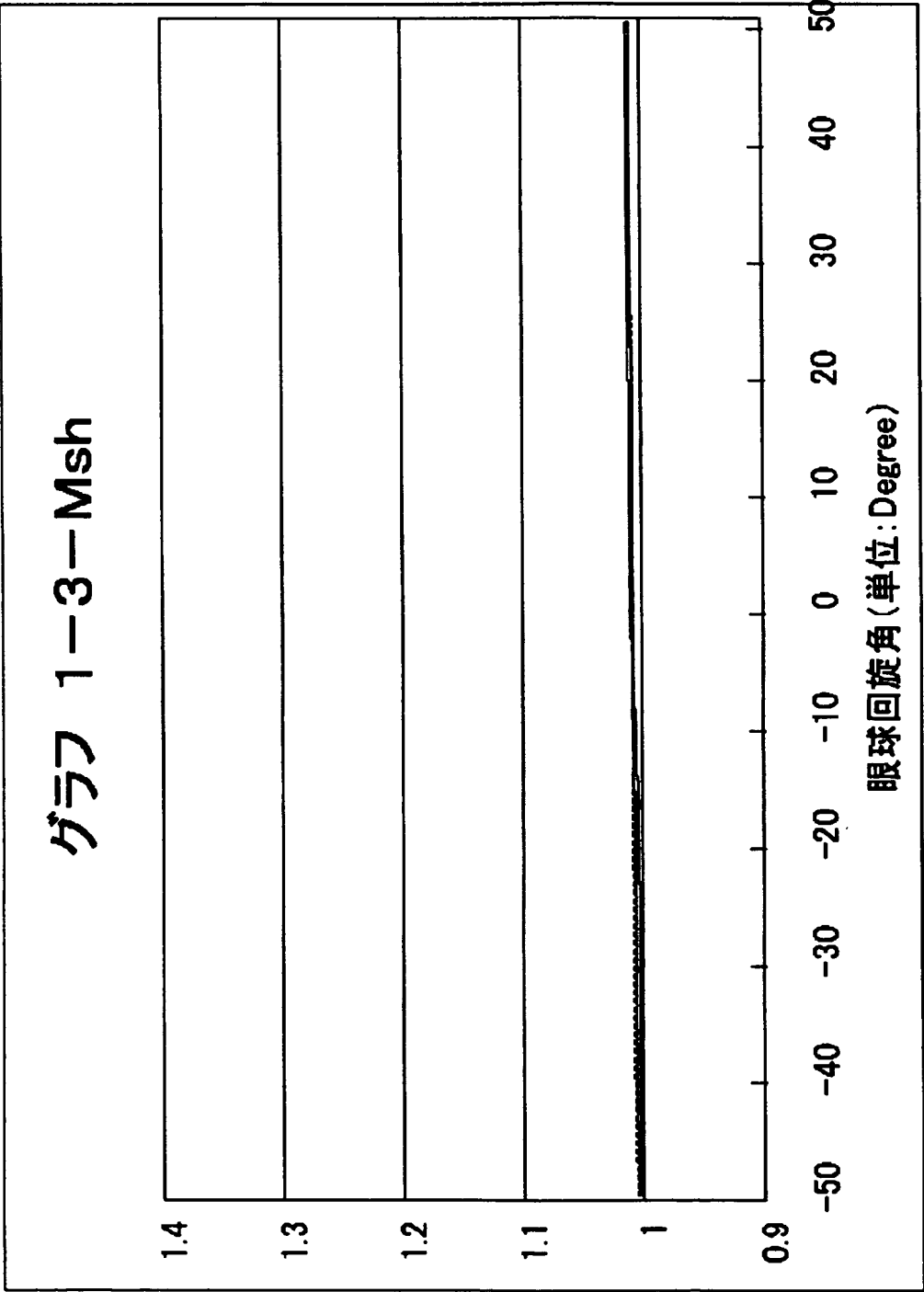
[図14]



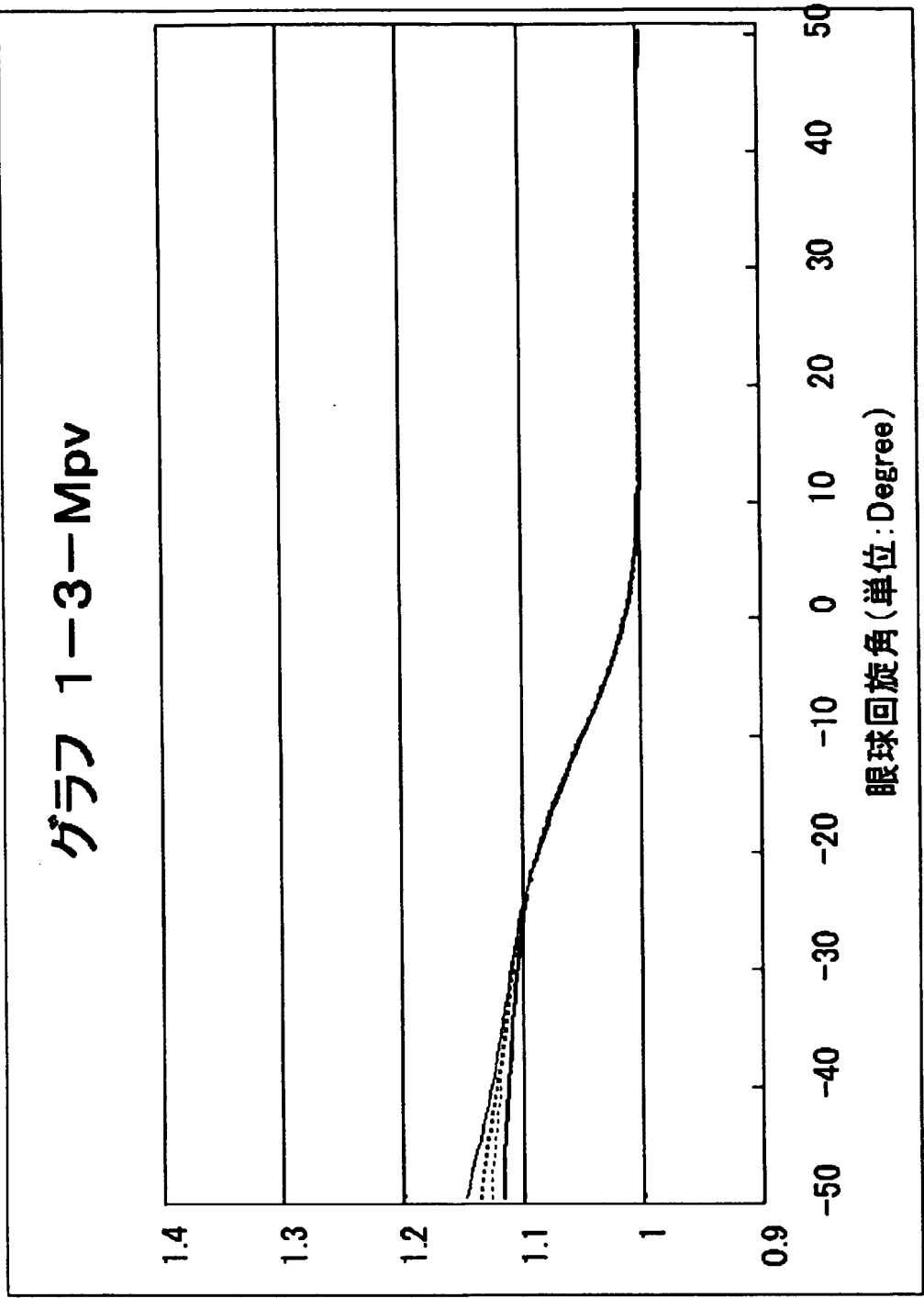
[図15]



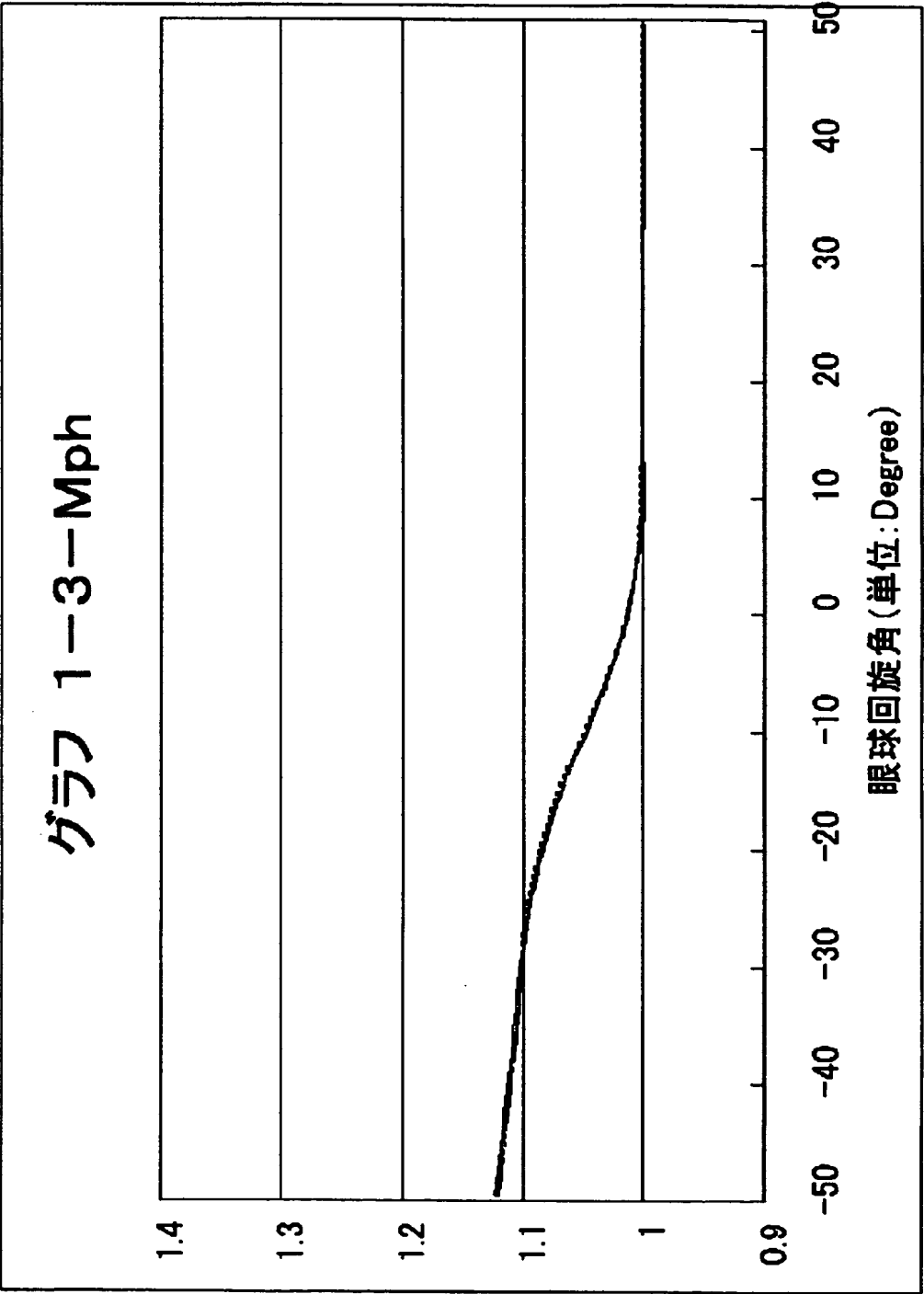
[図16]



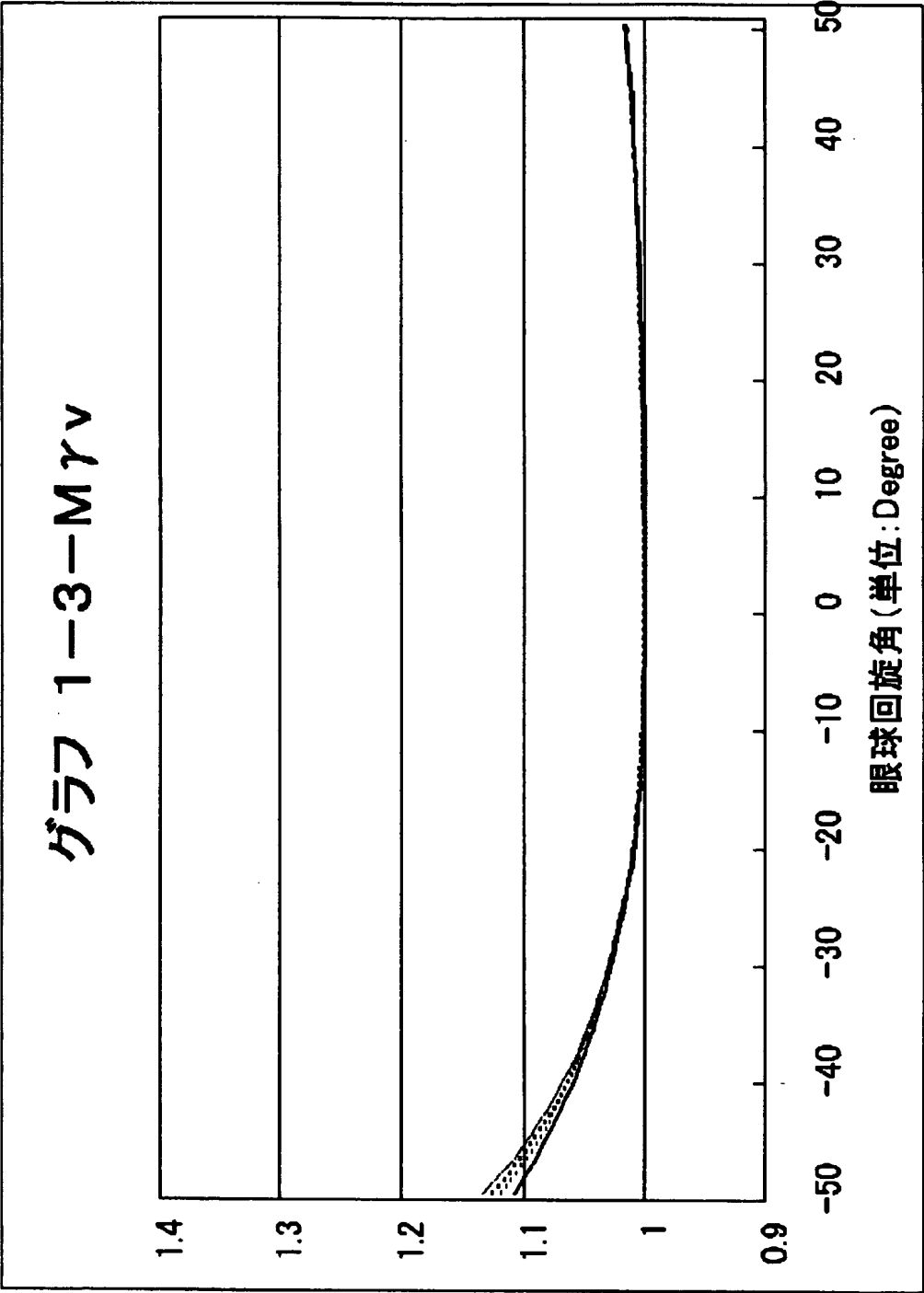
[図17]



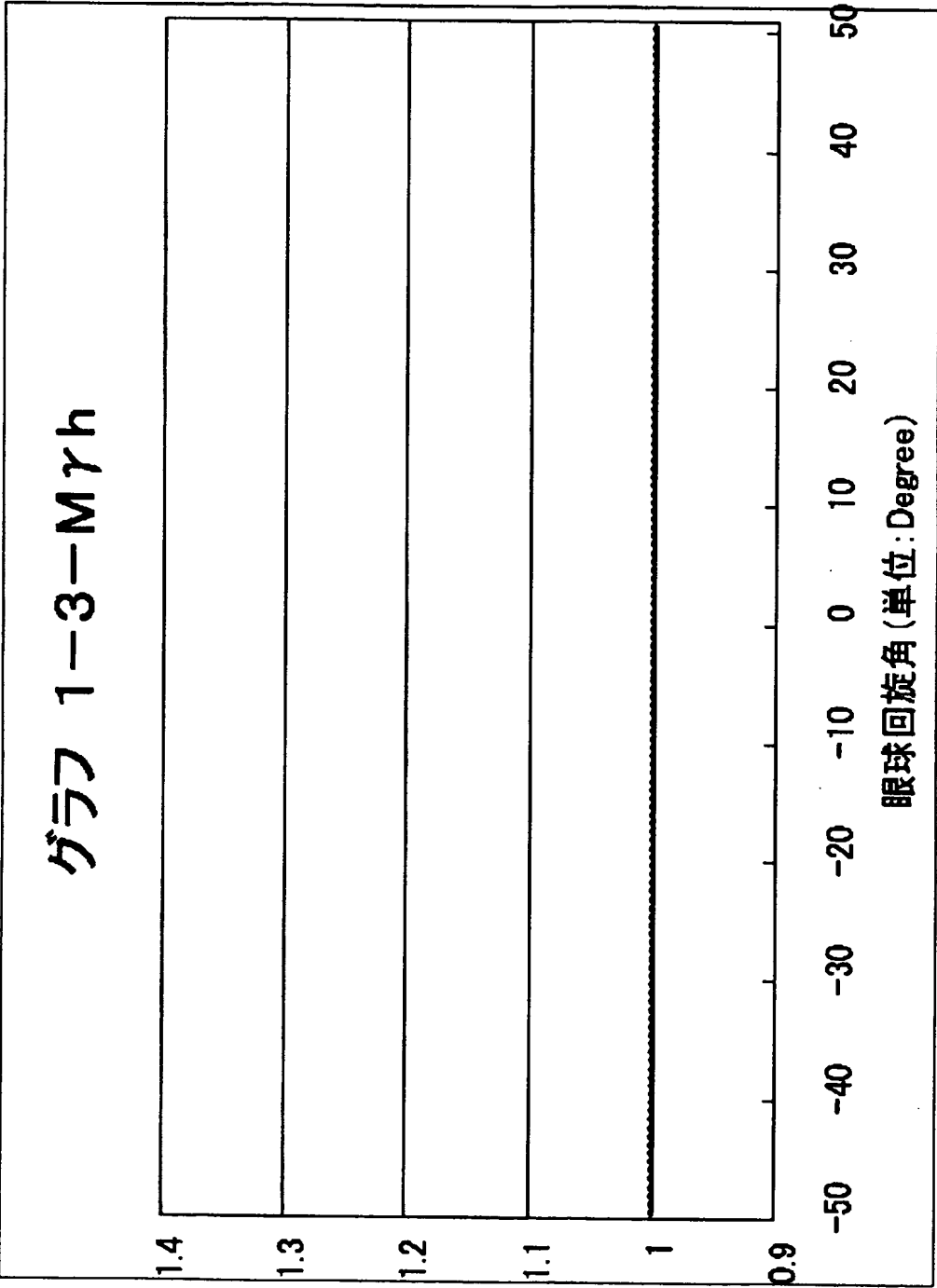
[図18]



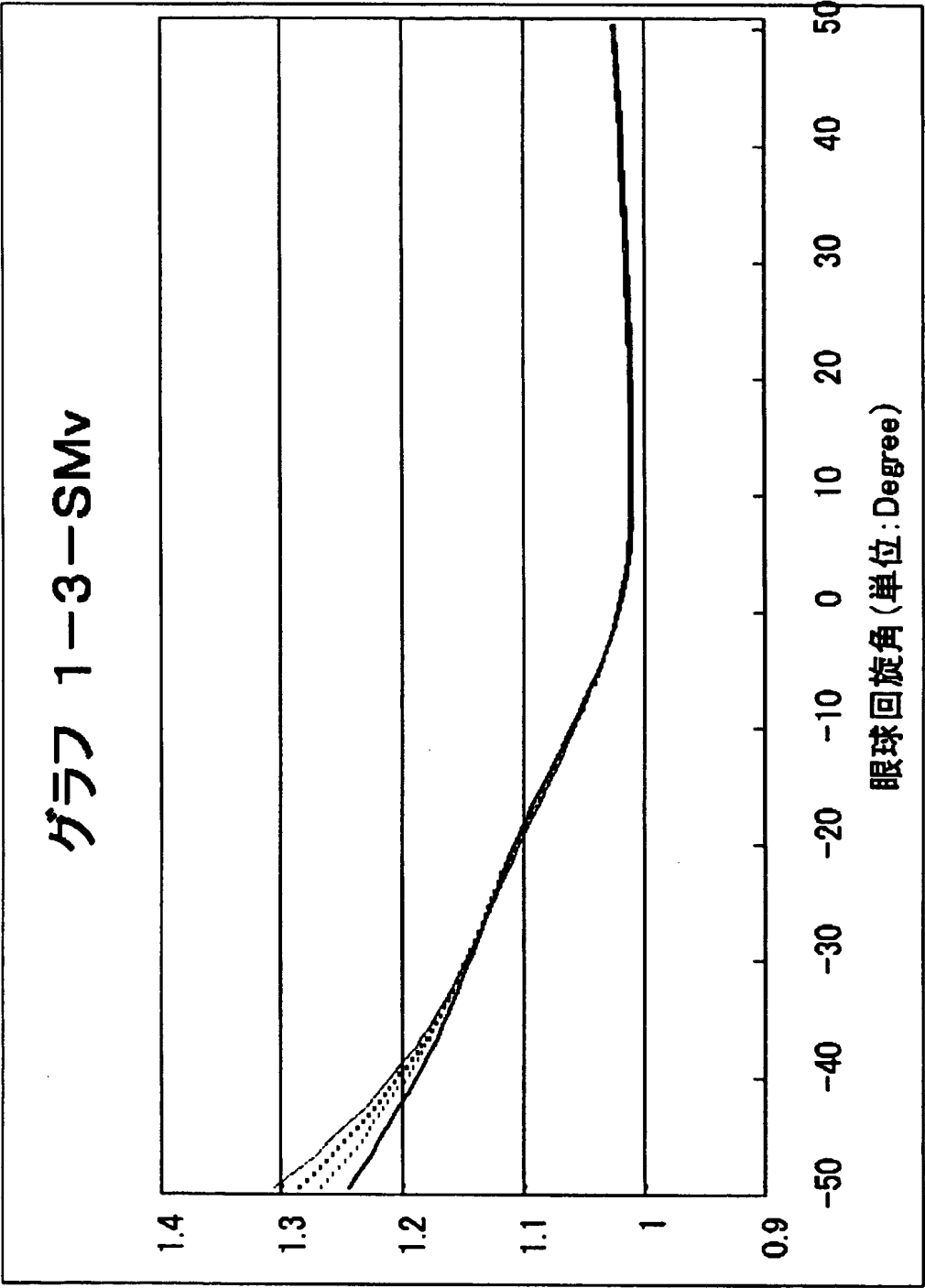
[図19]



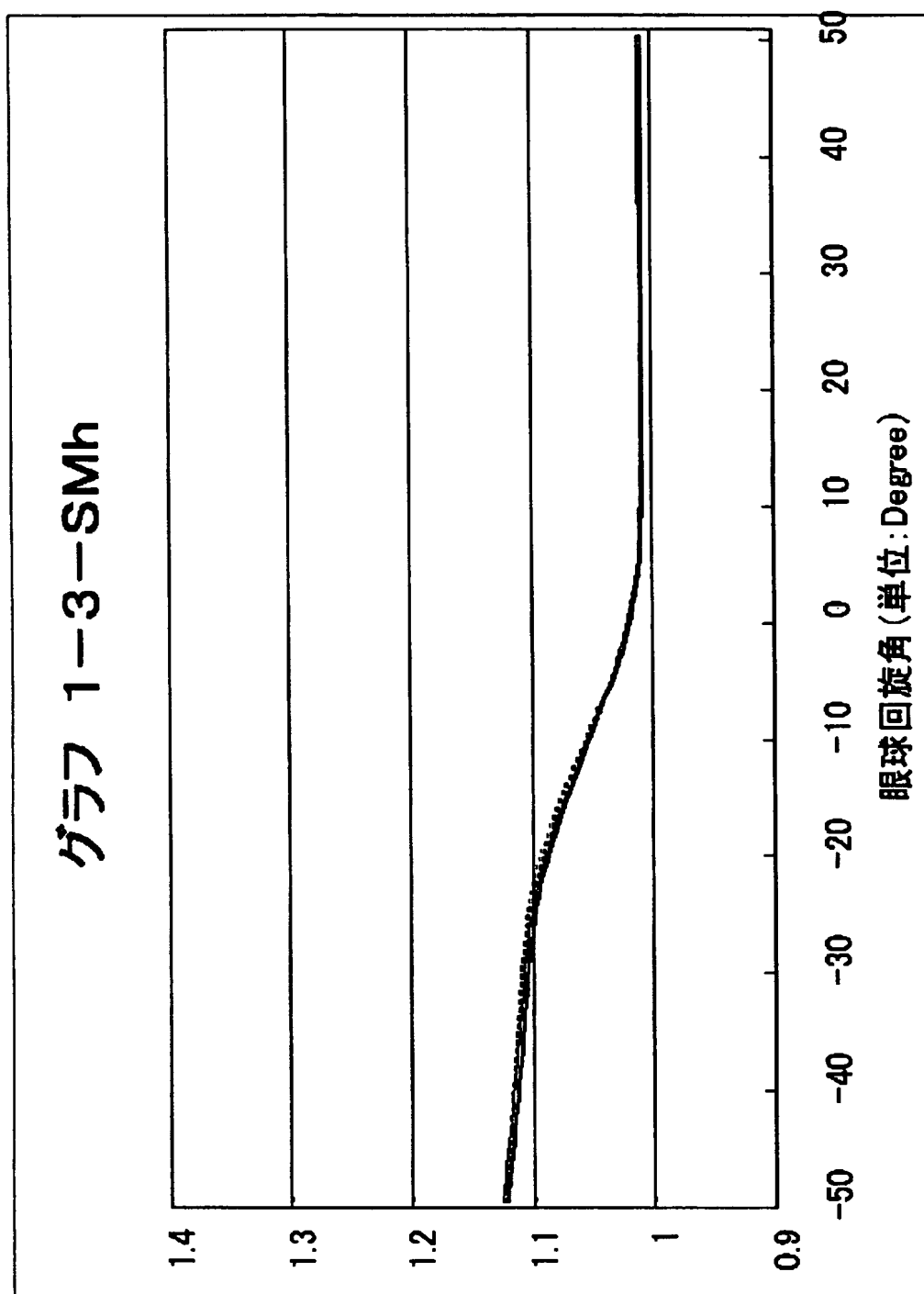
[図20]



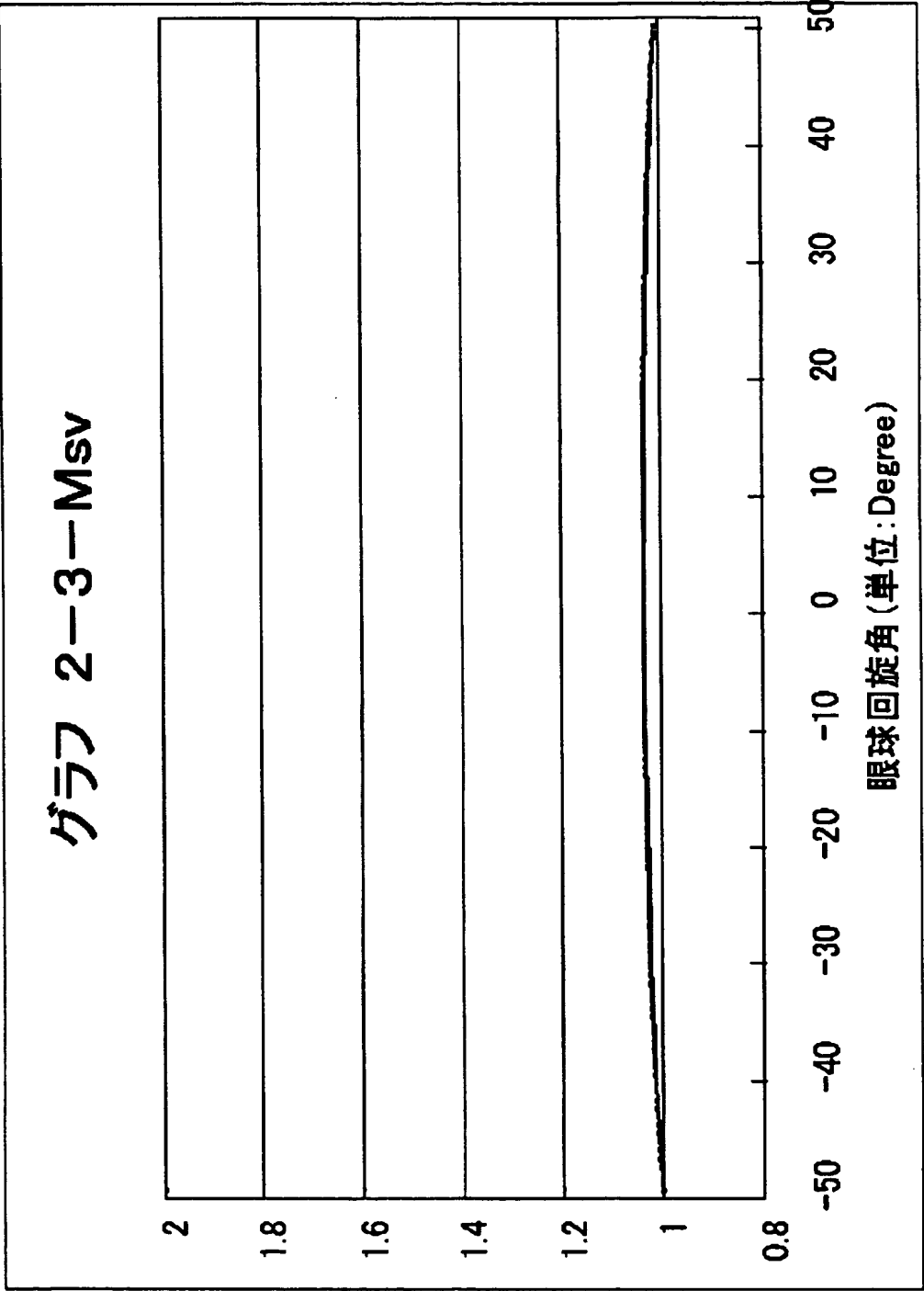
[図21]



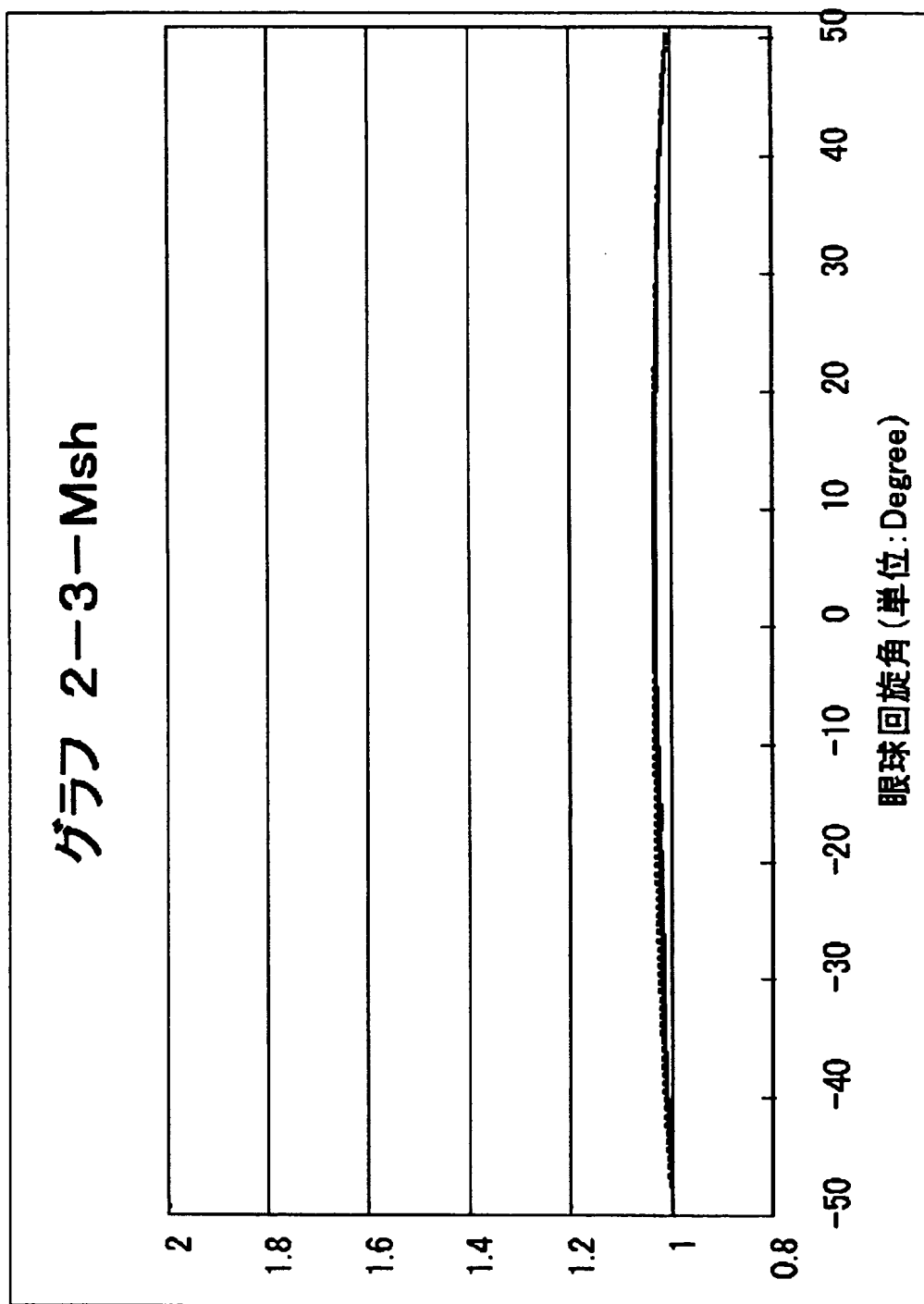
[図22]



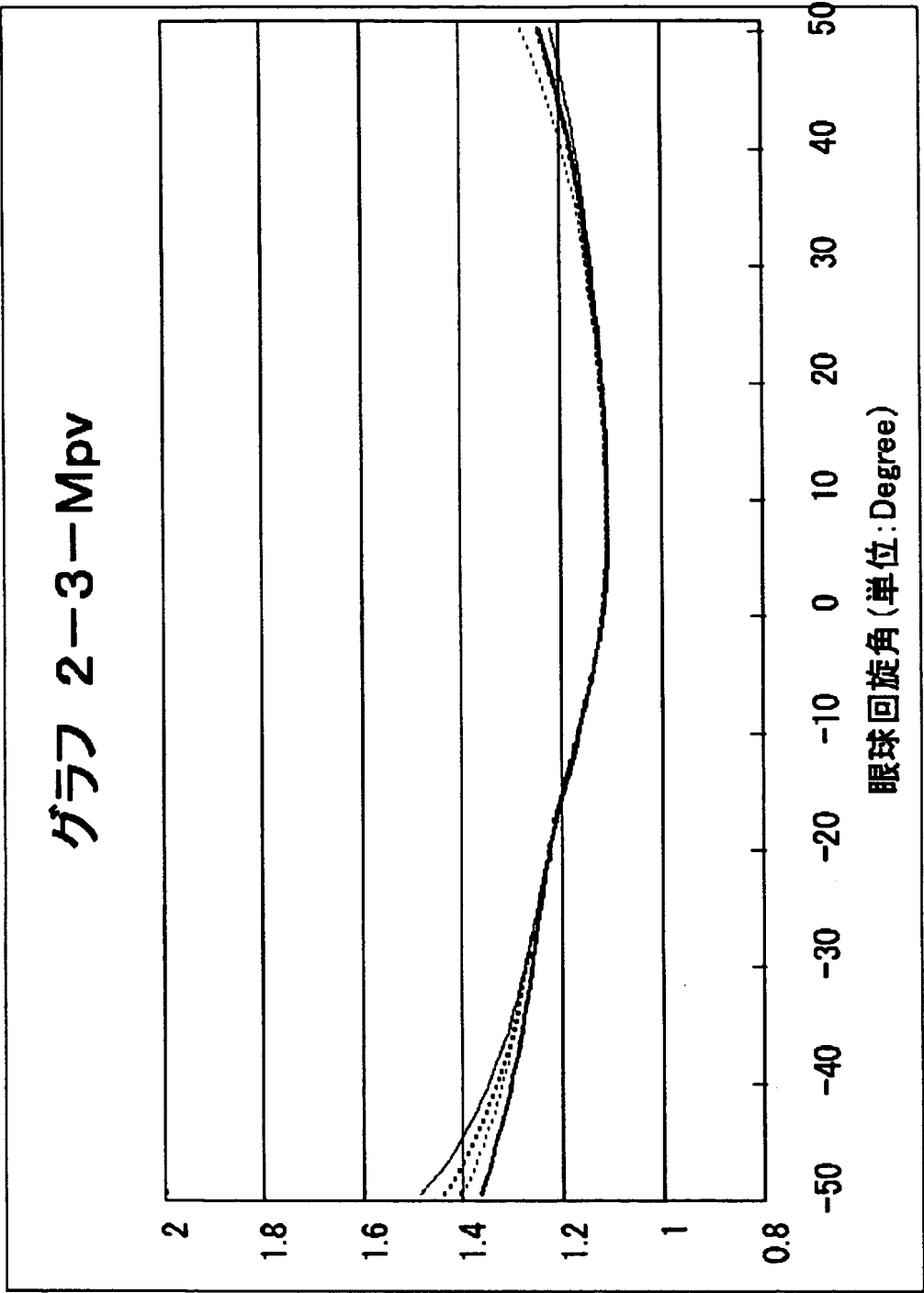
[図23]



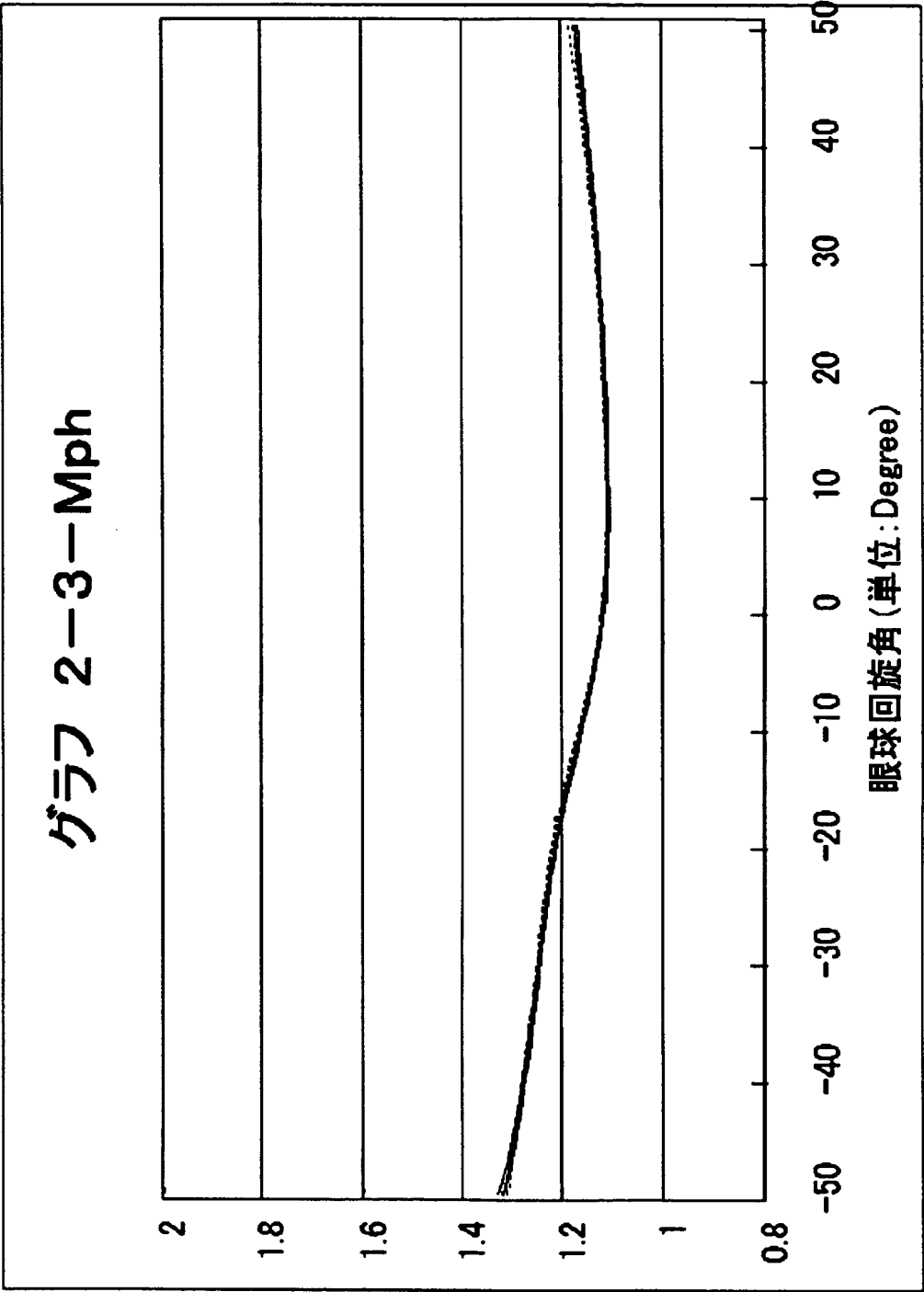
[図24]



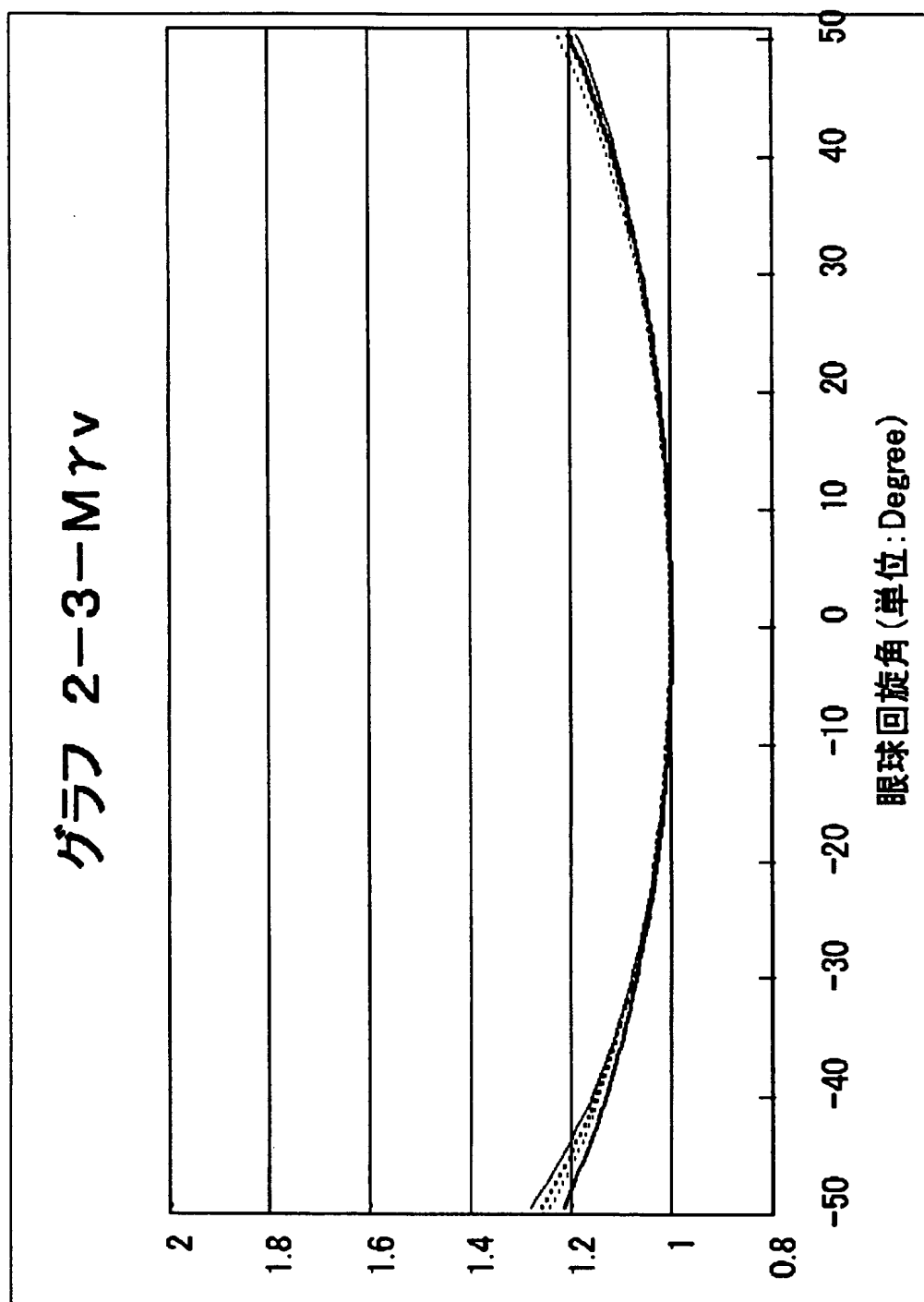
[図25]



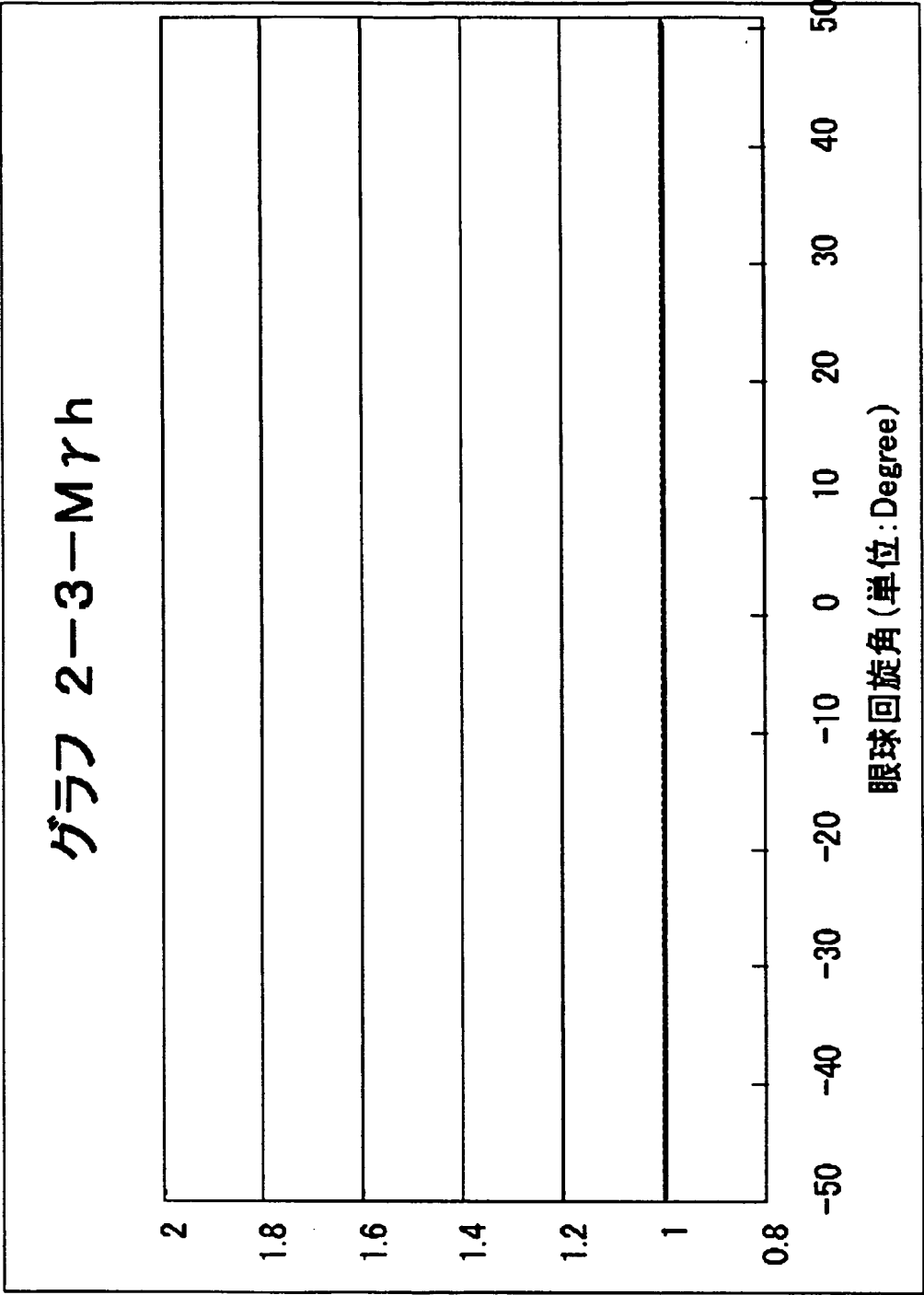
[図26]



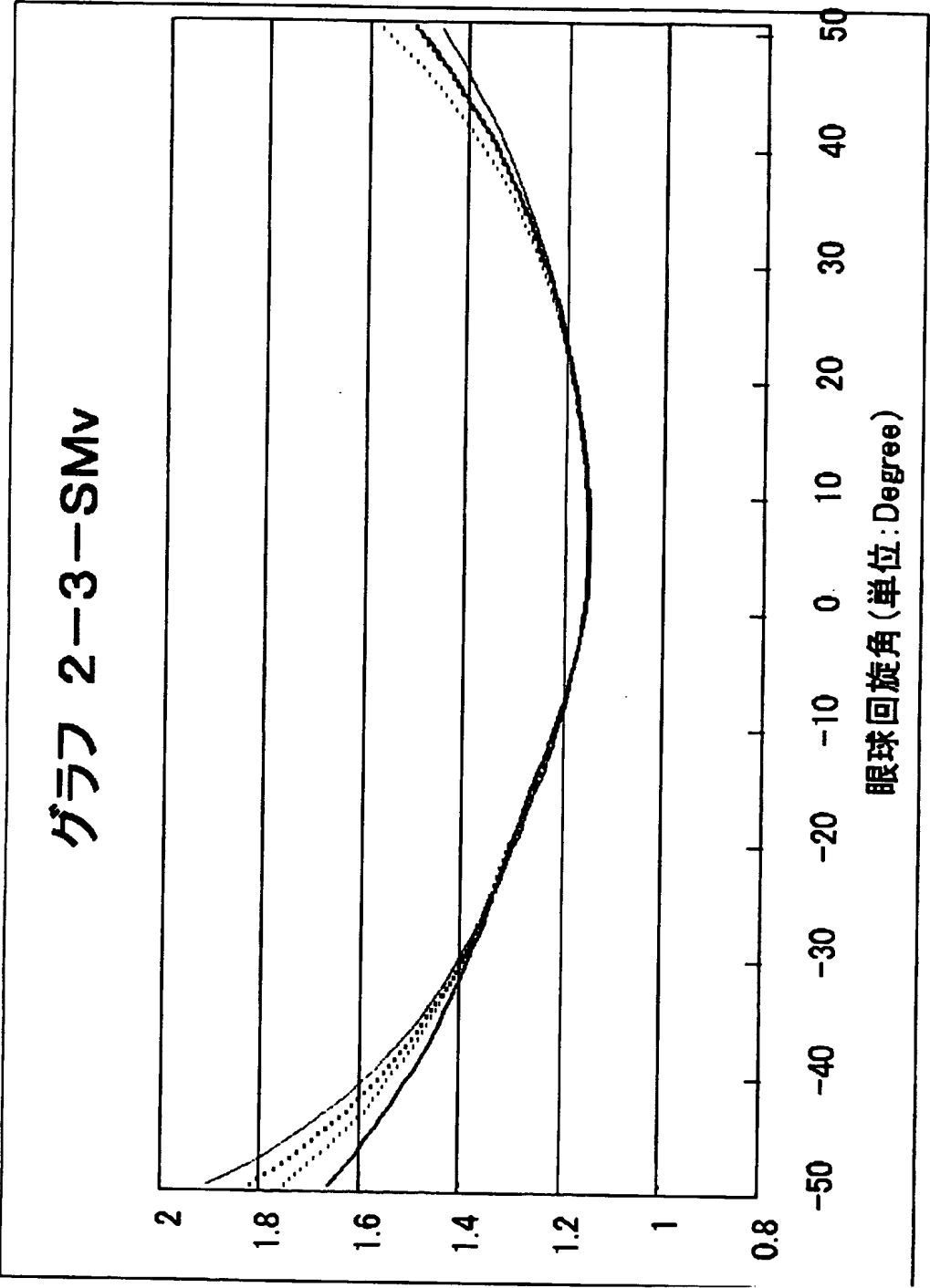
[図27]



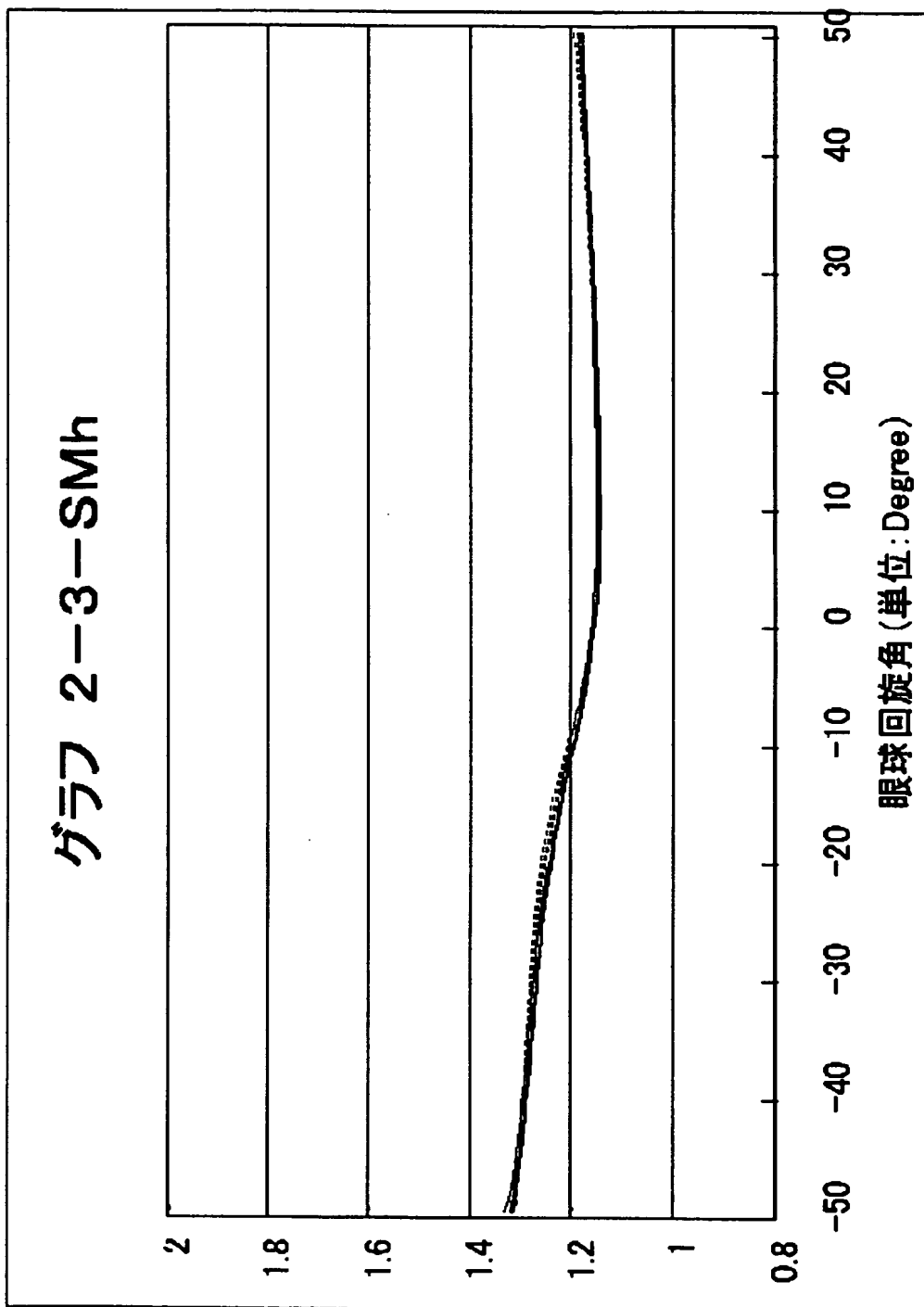
[図28]



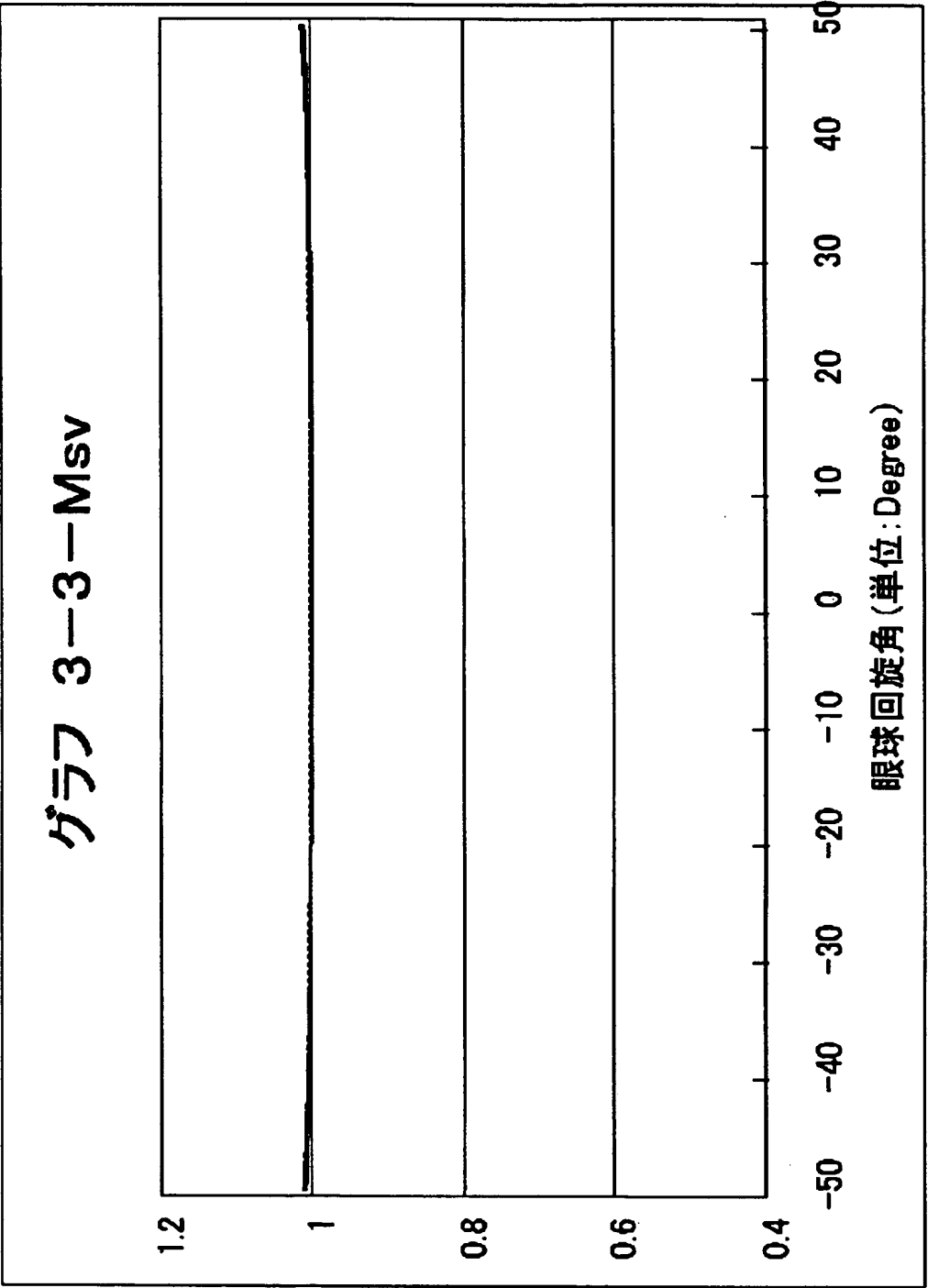
[図29]



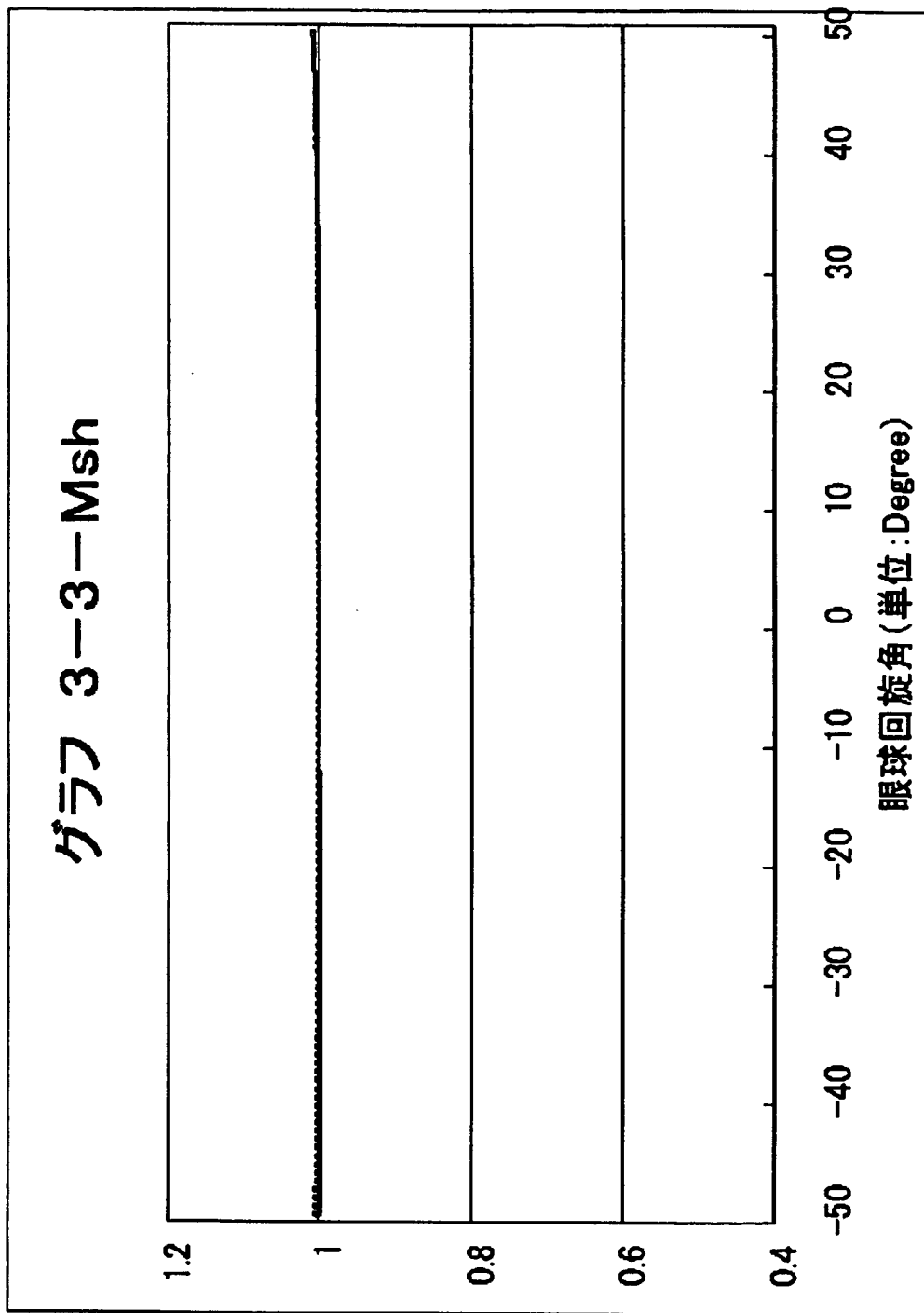
[図30]



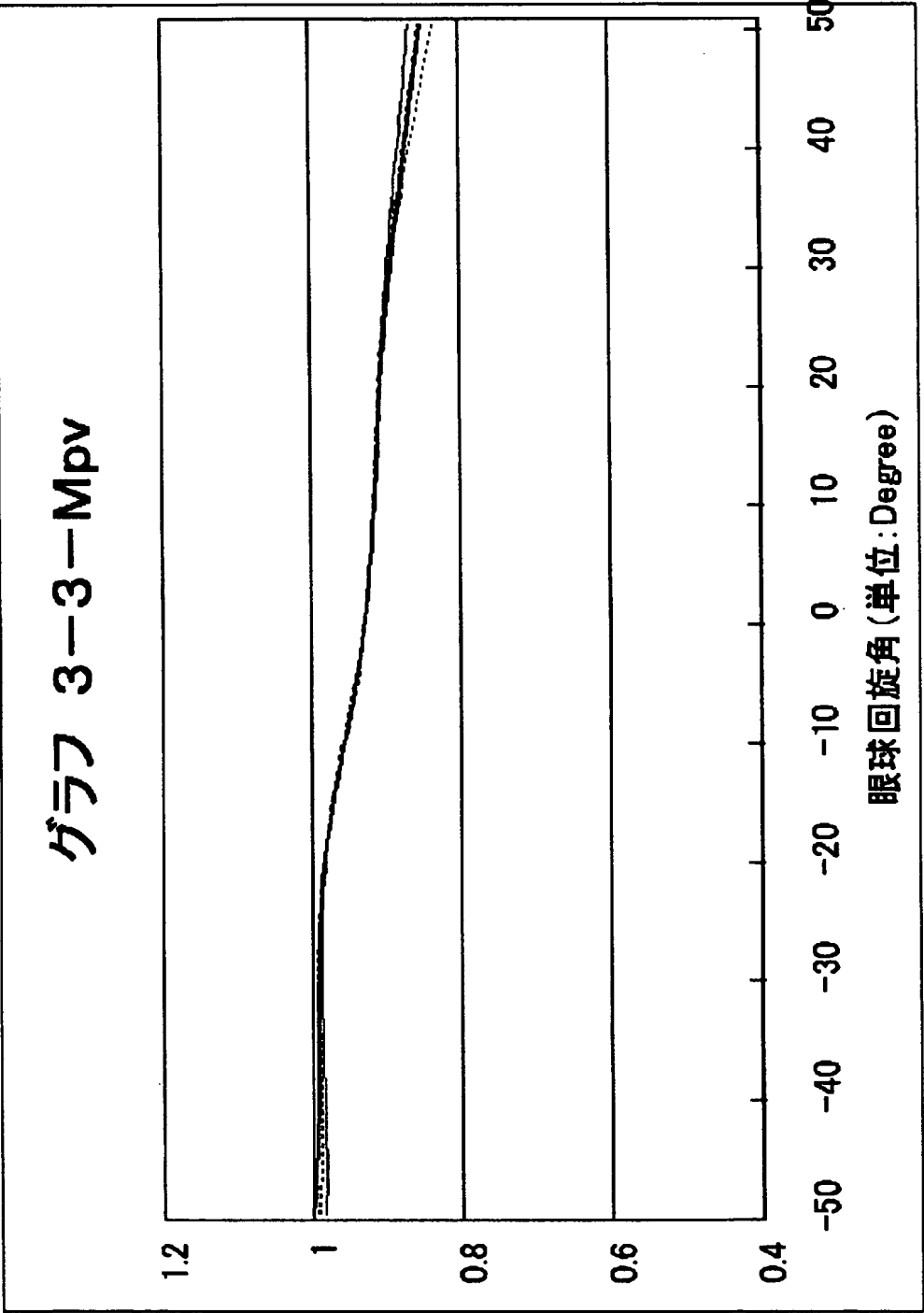
[図31]



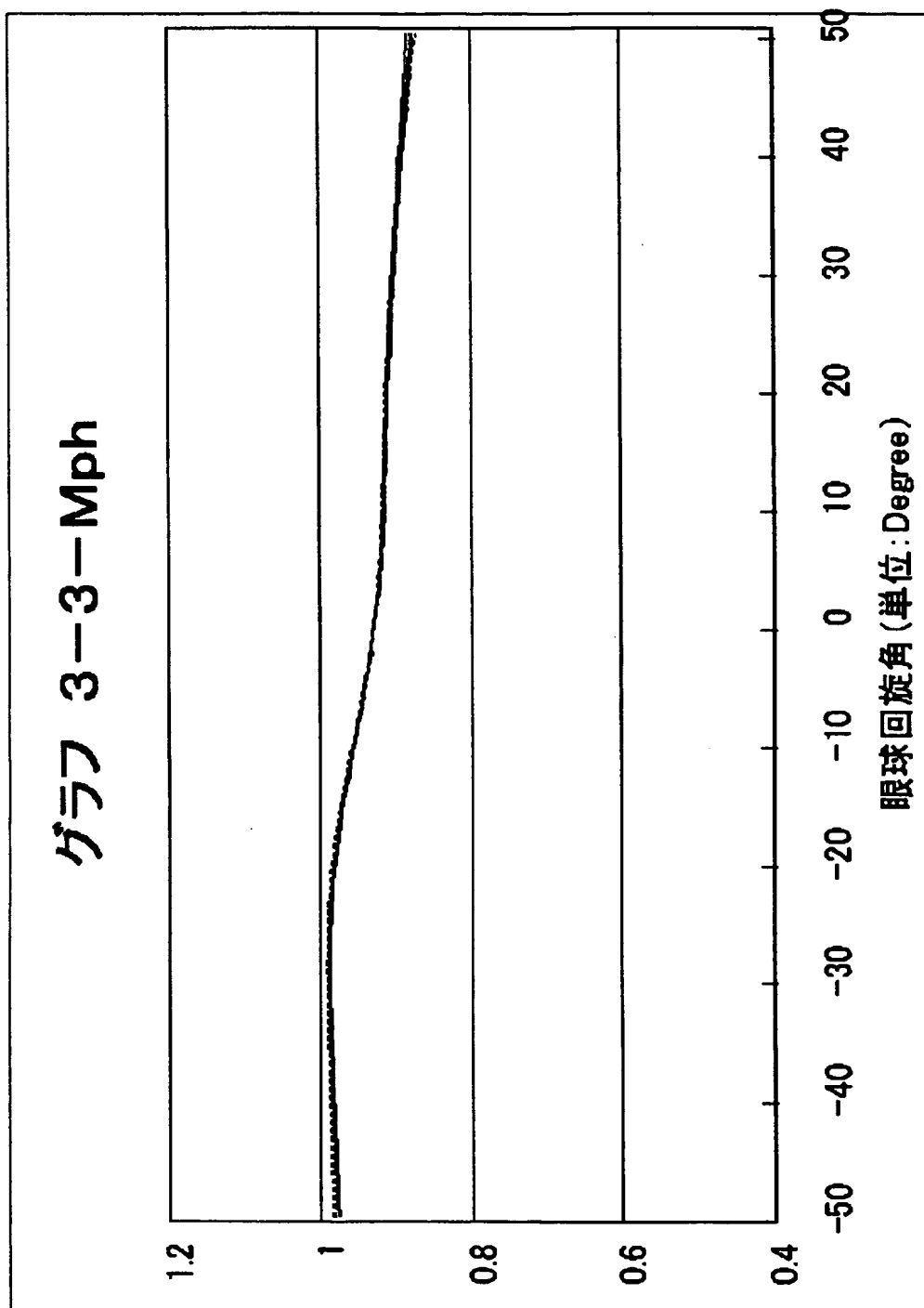
[図32]



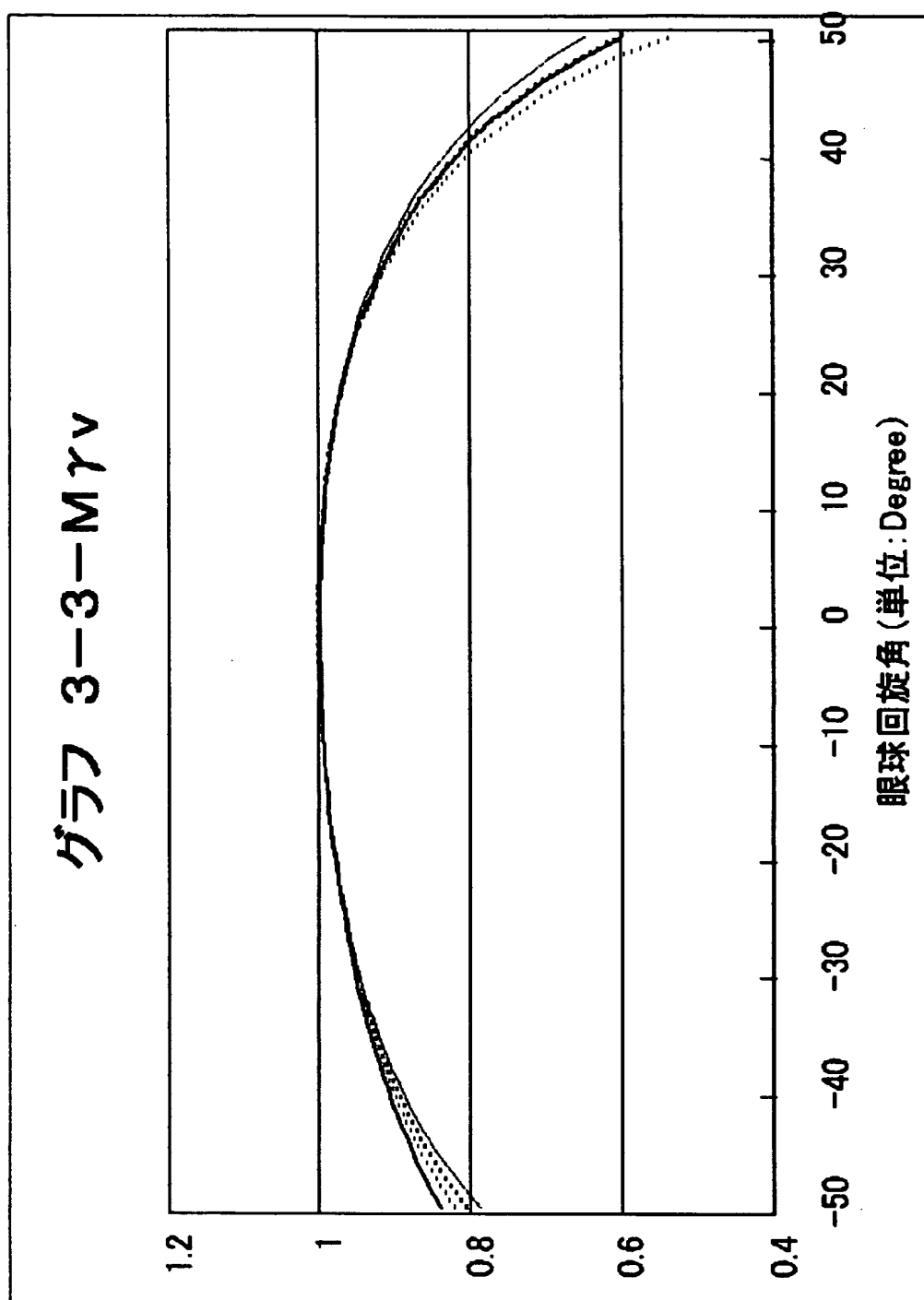
[図33]



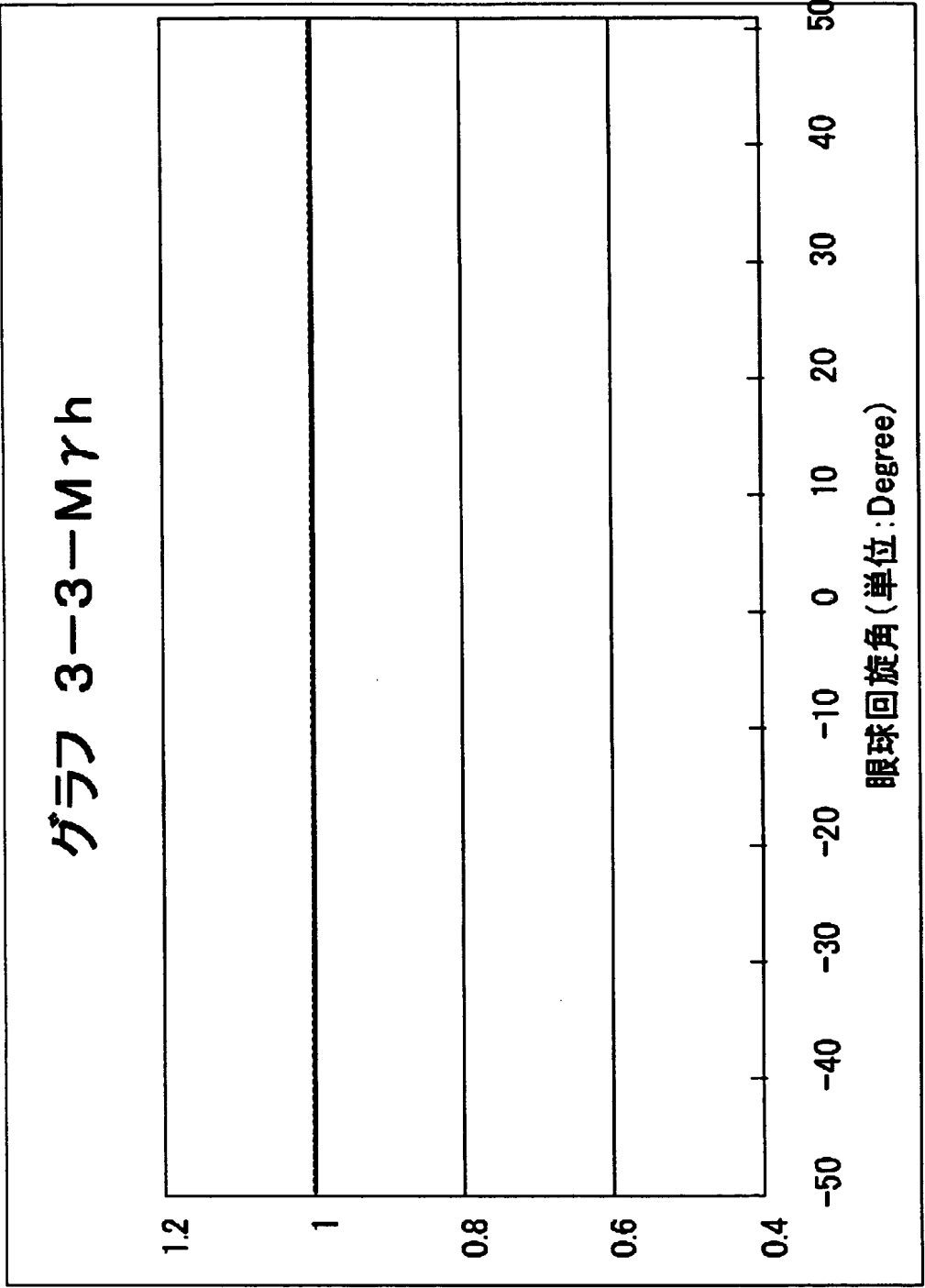
[図34]



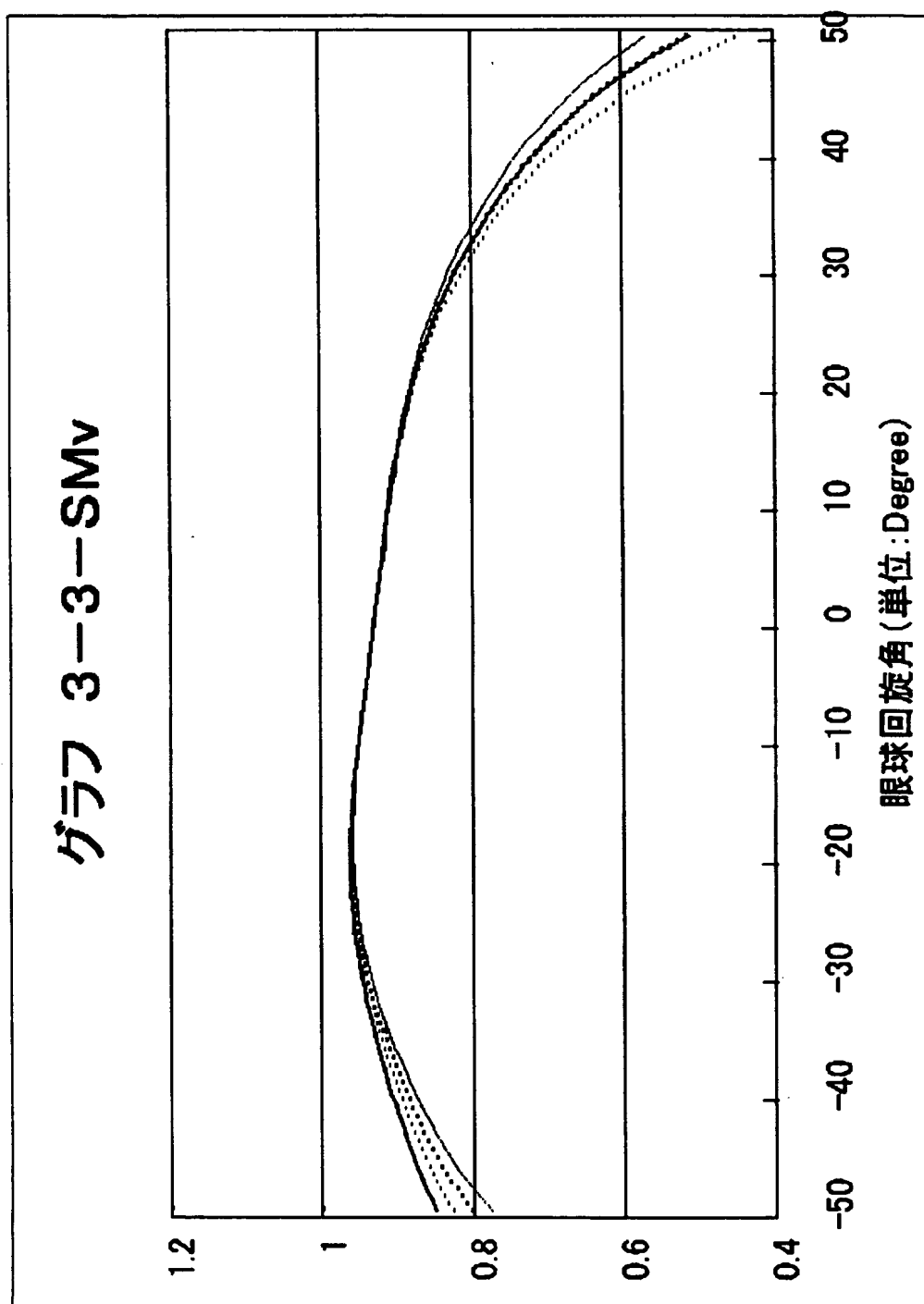
[図35]



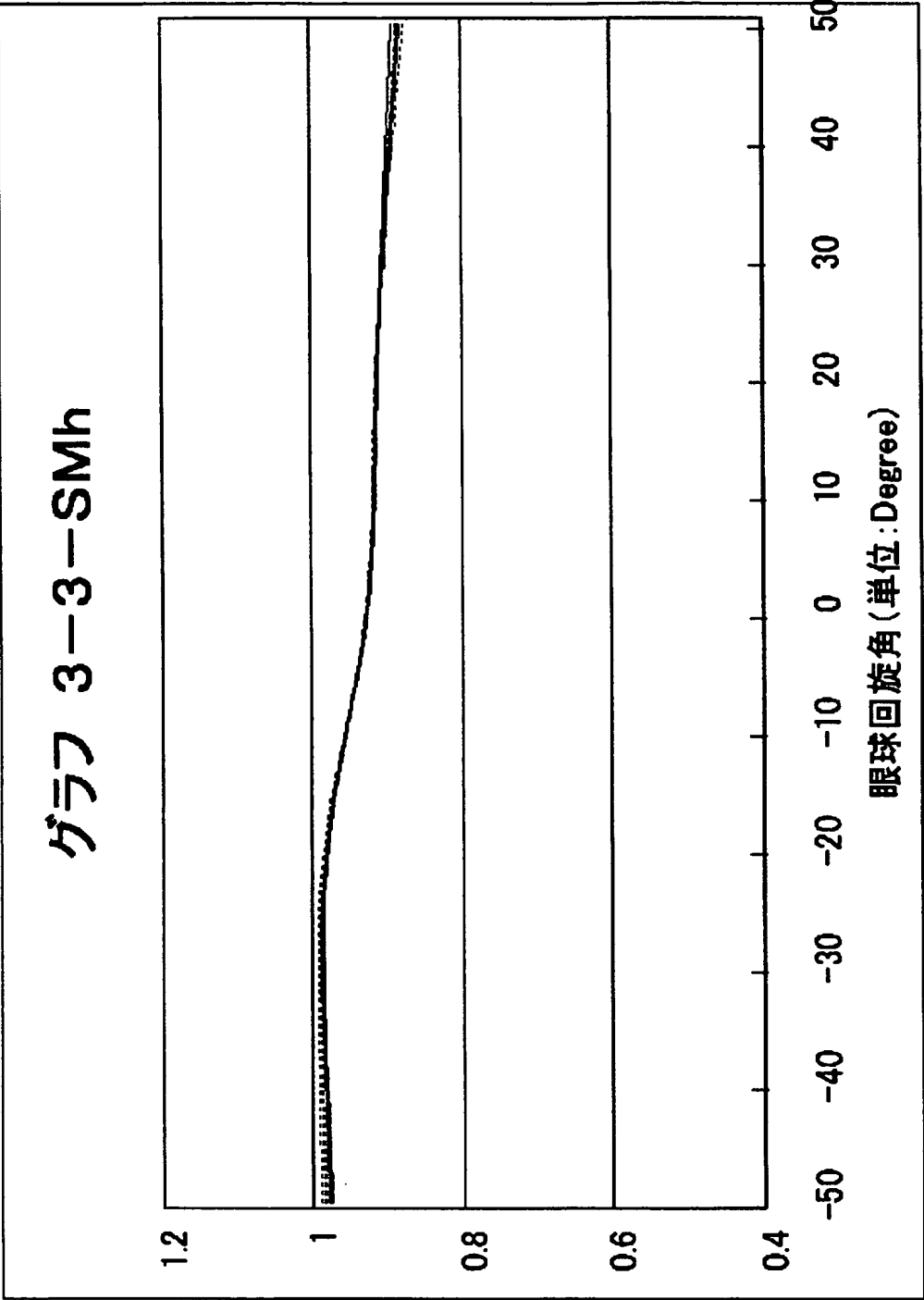
[図36]



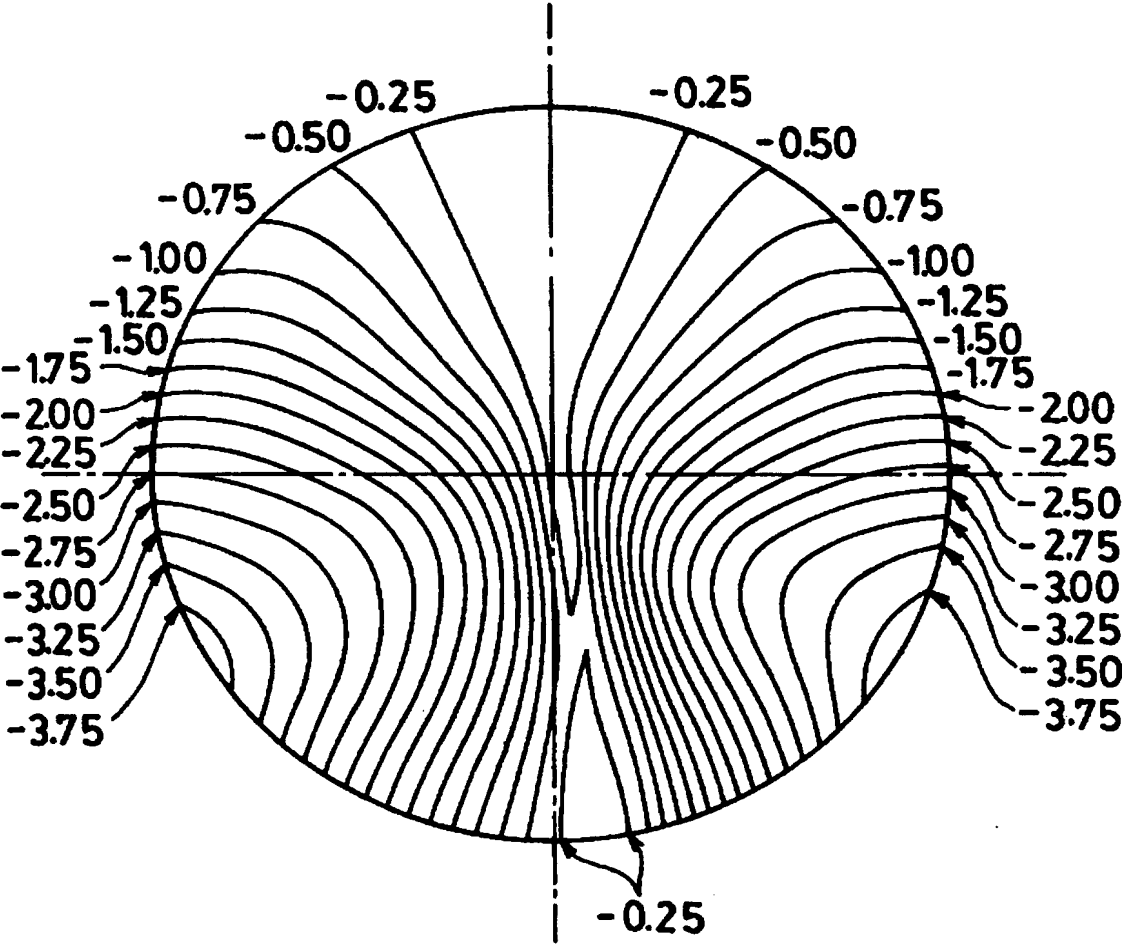
[図37]



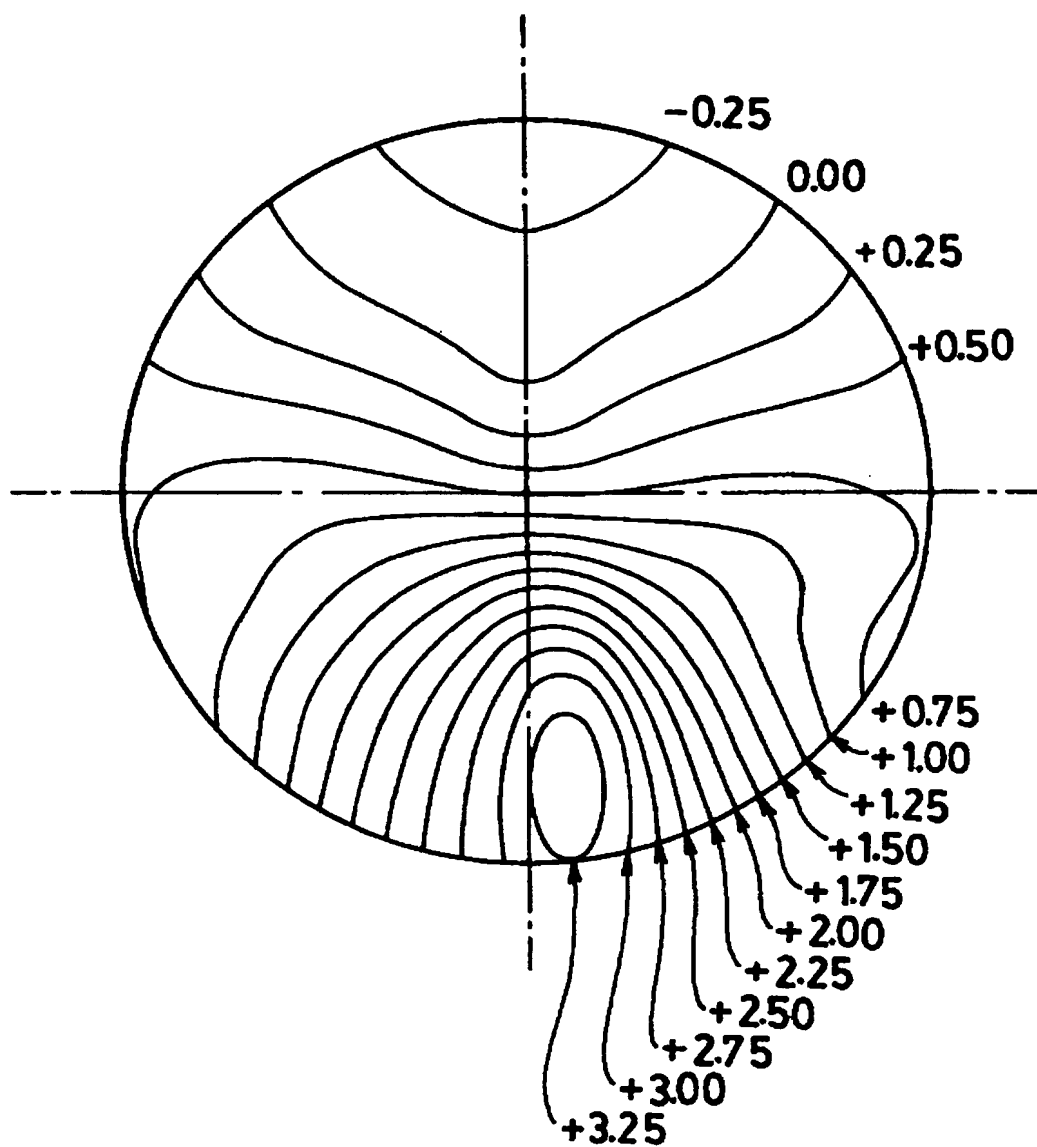
[図38]



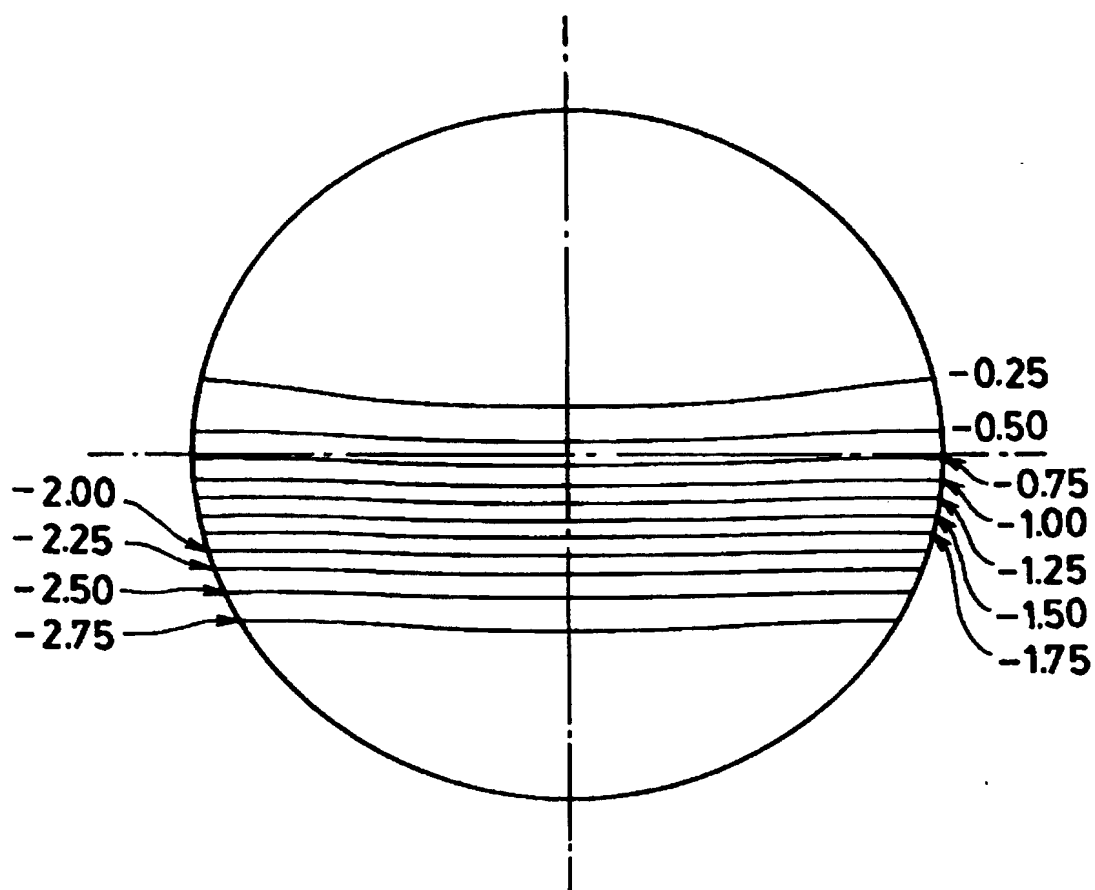
[図39]



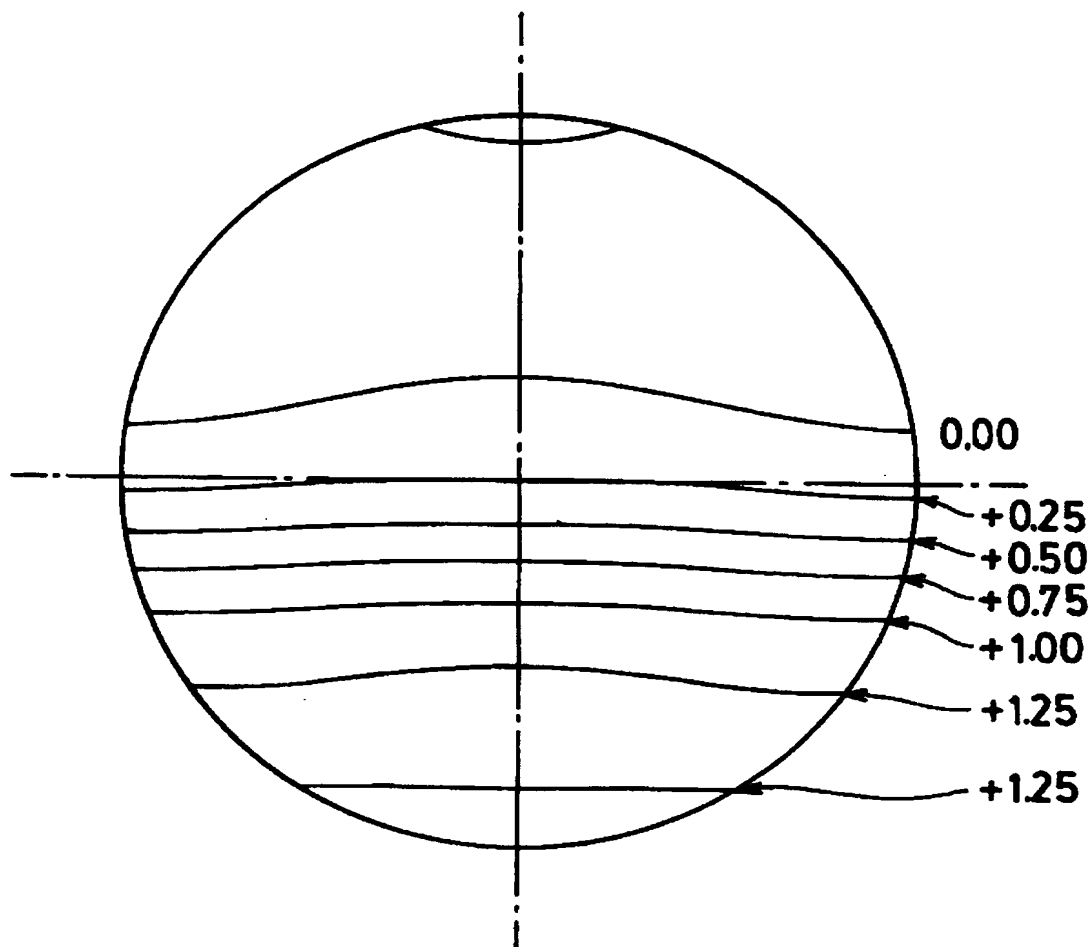
[図40]



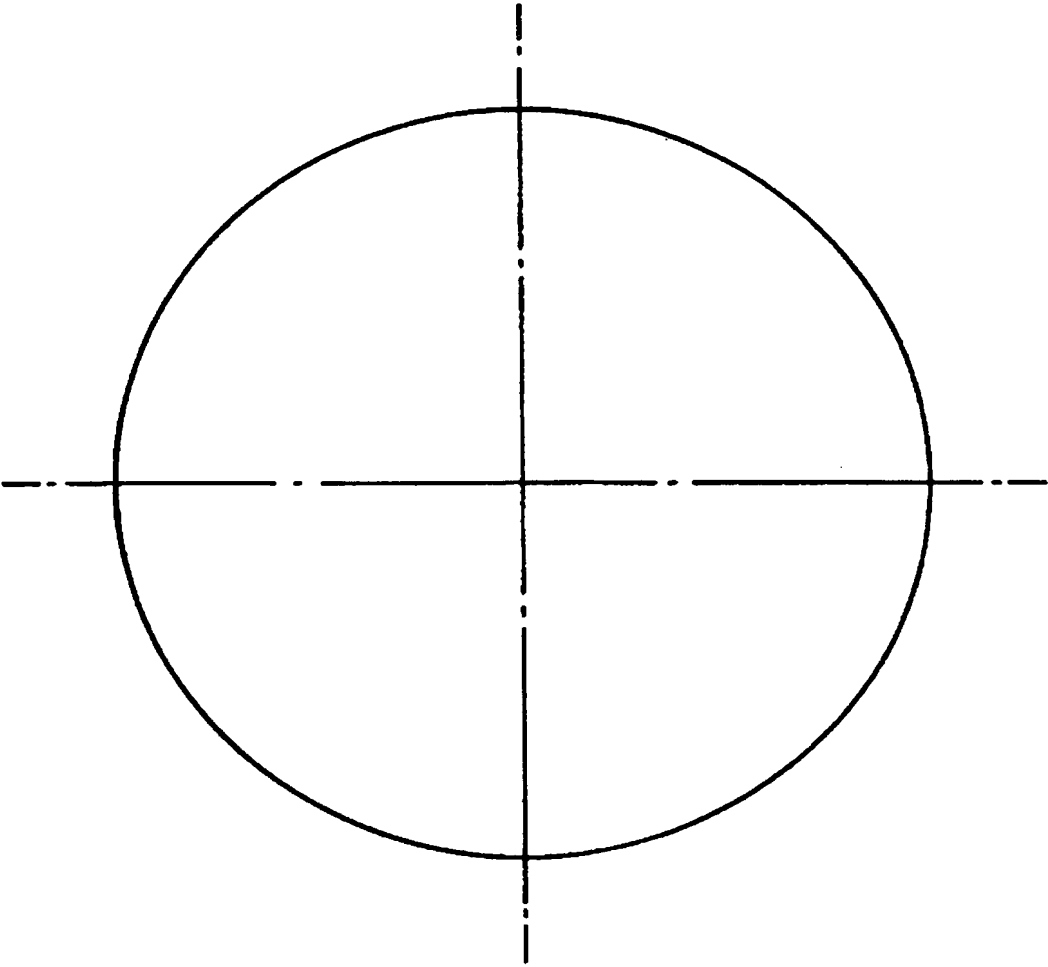
[図41]



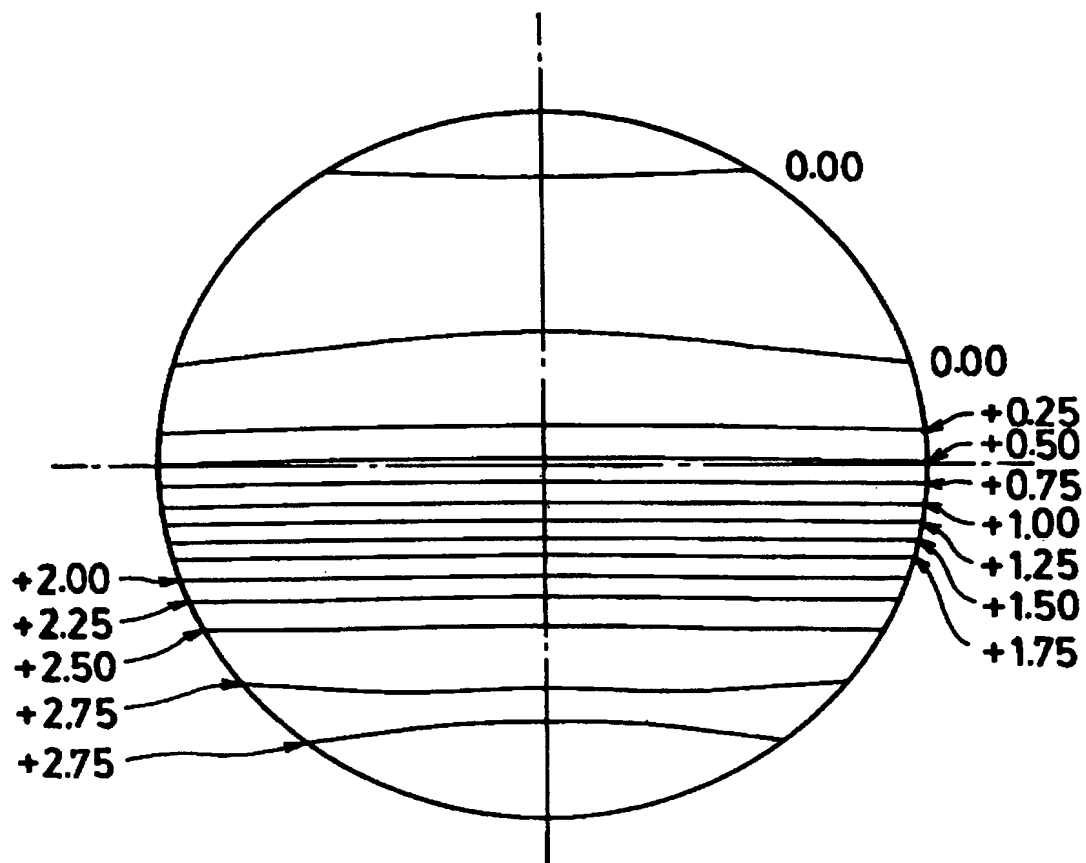
[図42]



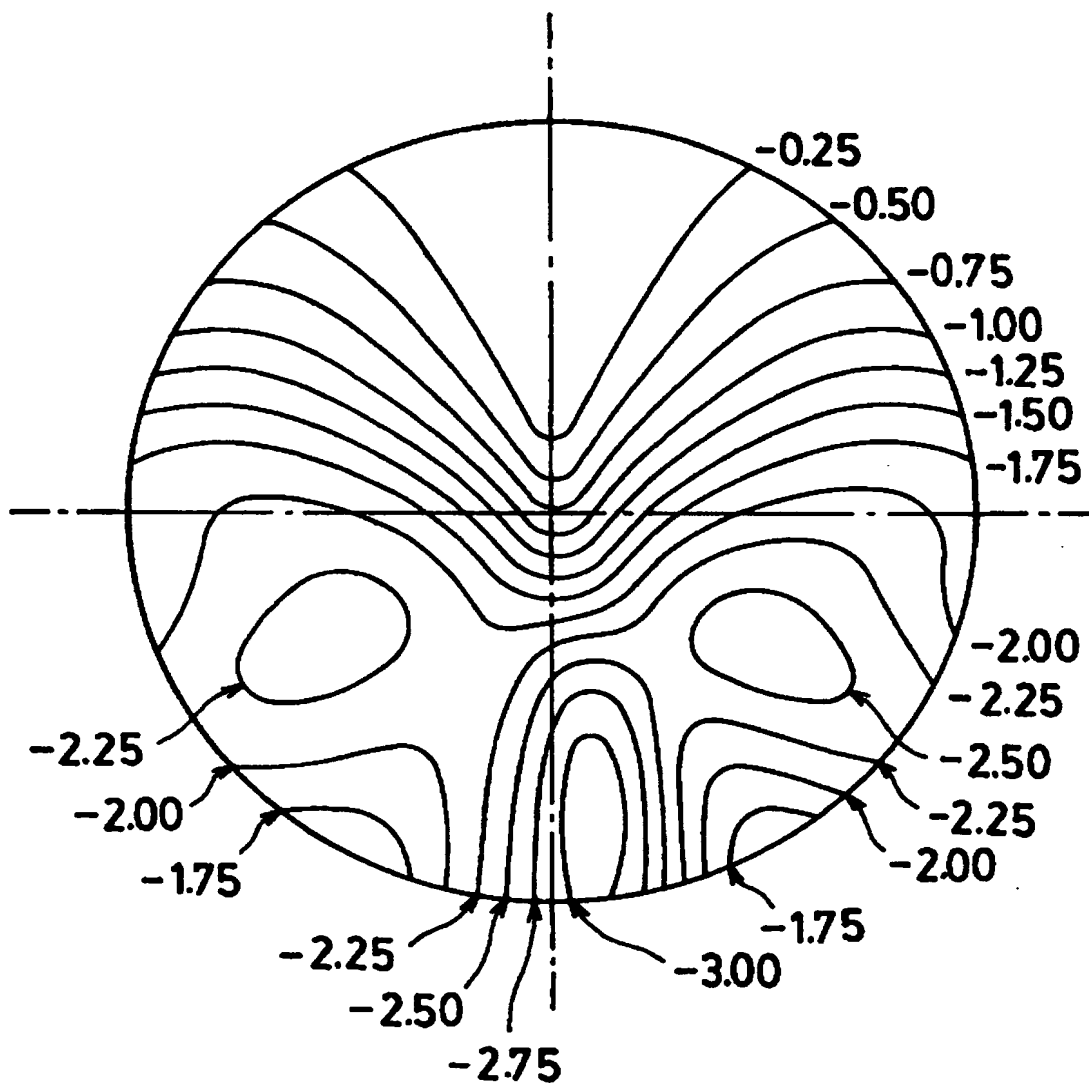
[図43]



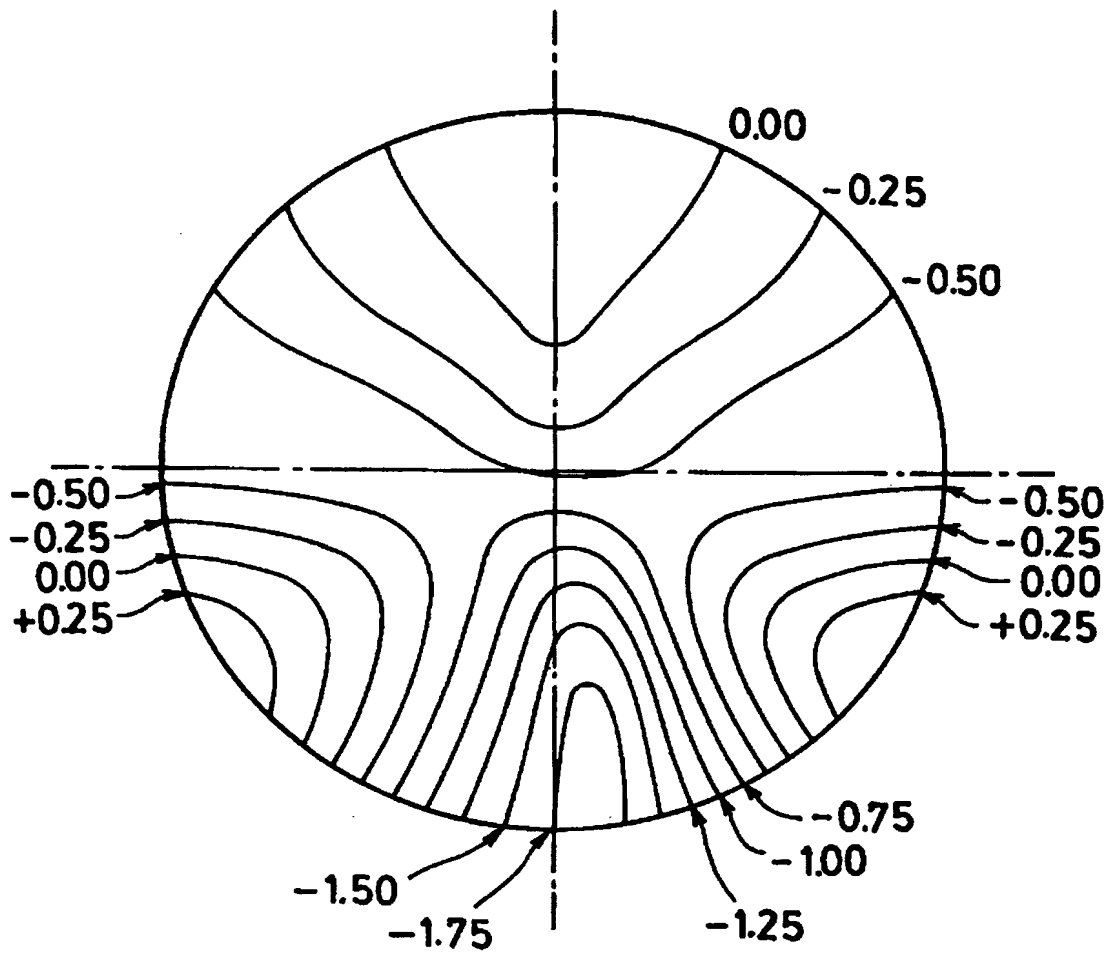
[図44]



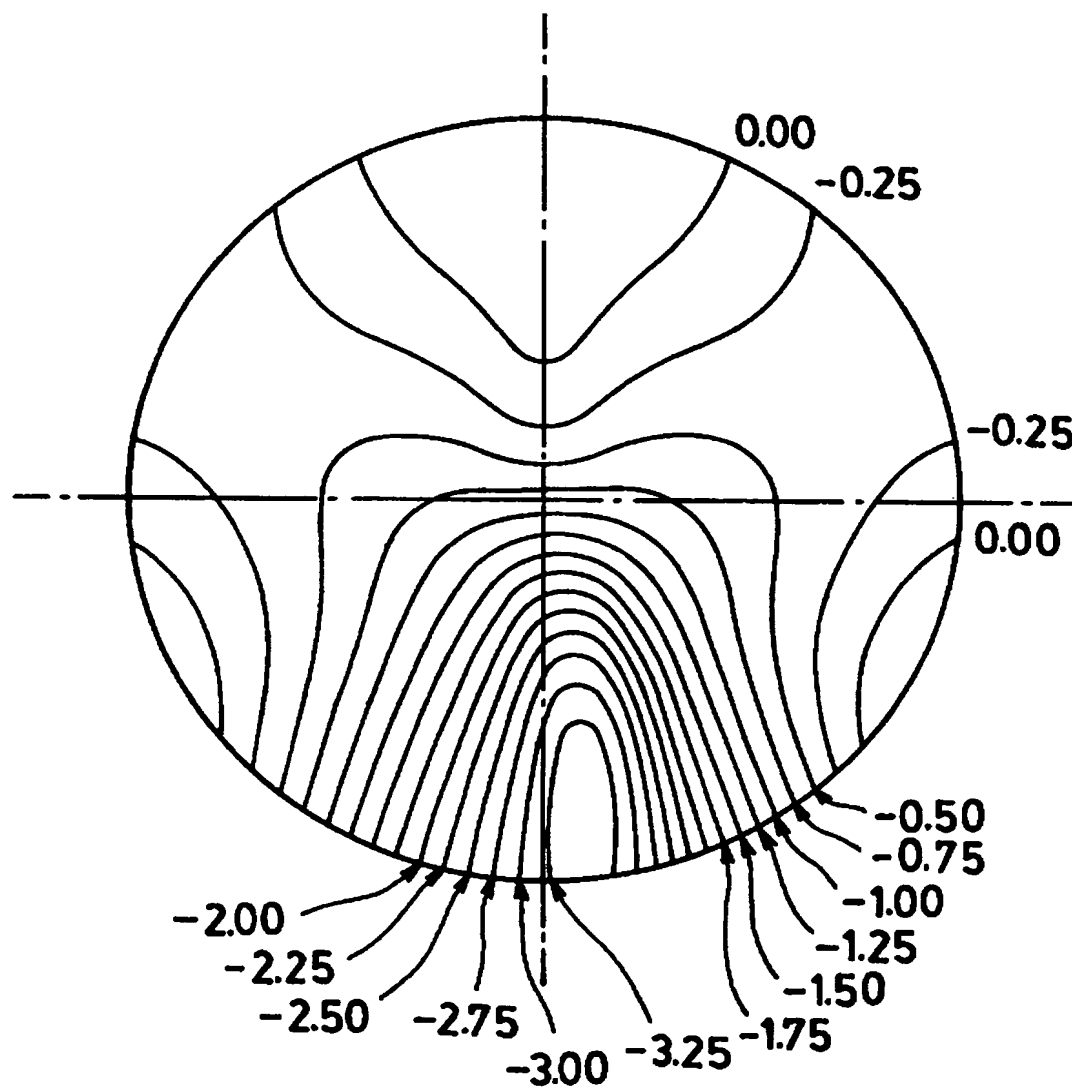
[図45]



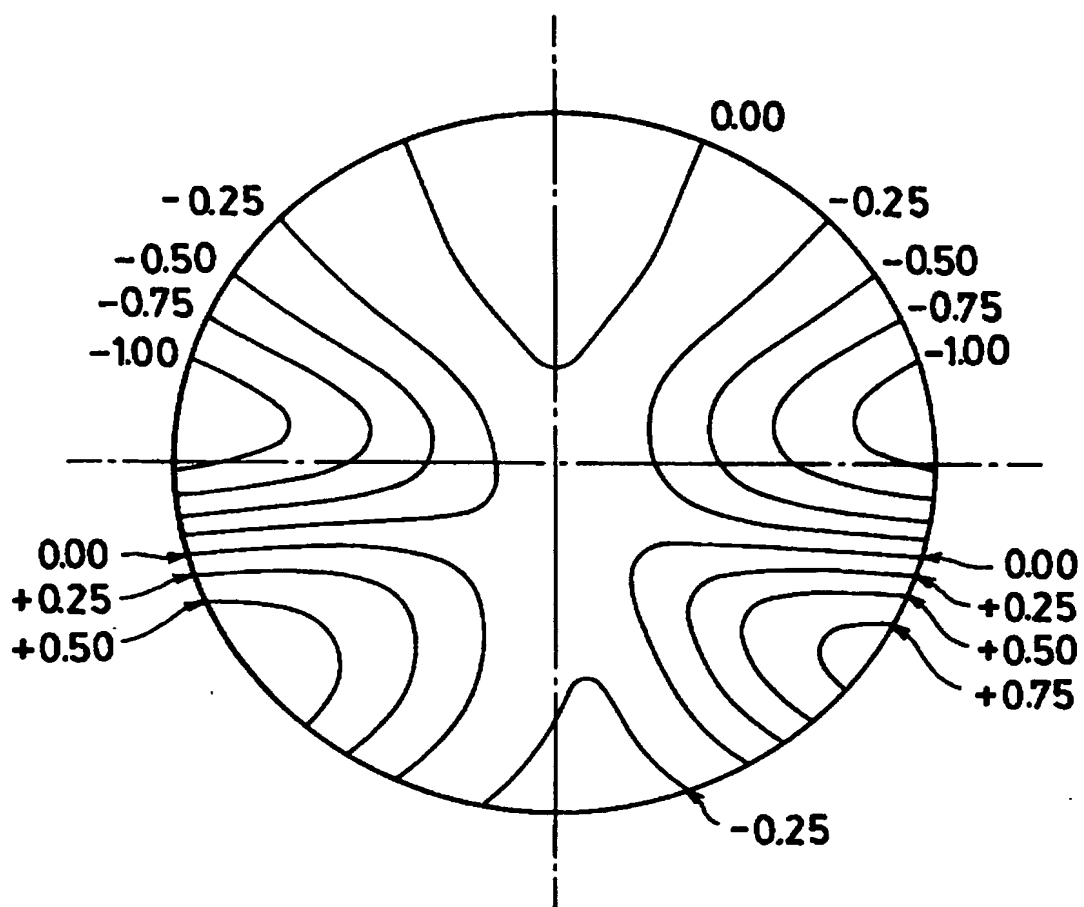
[図46]



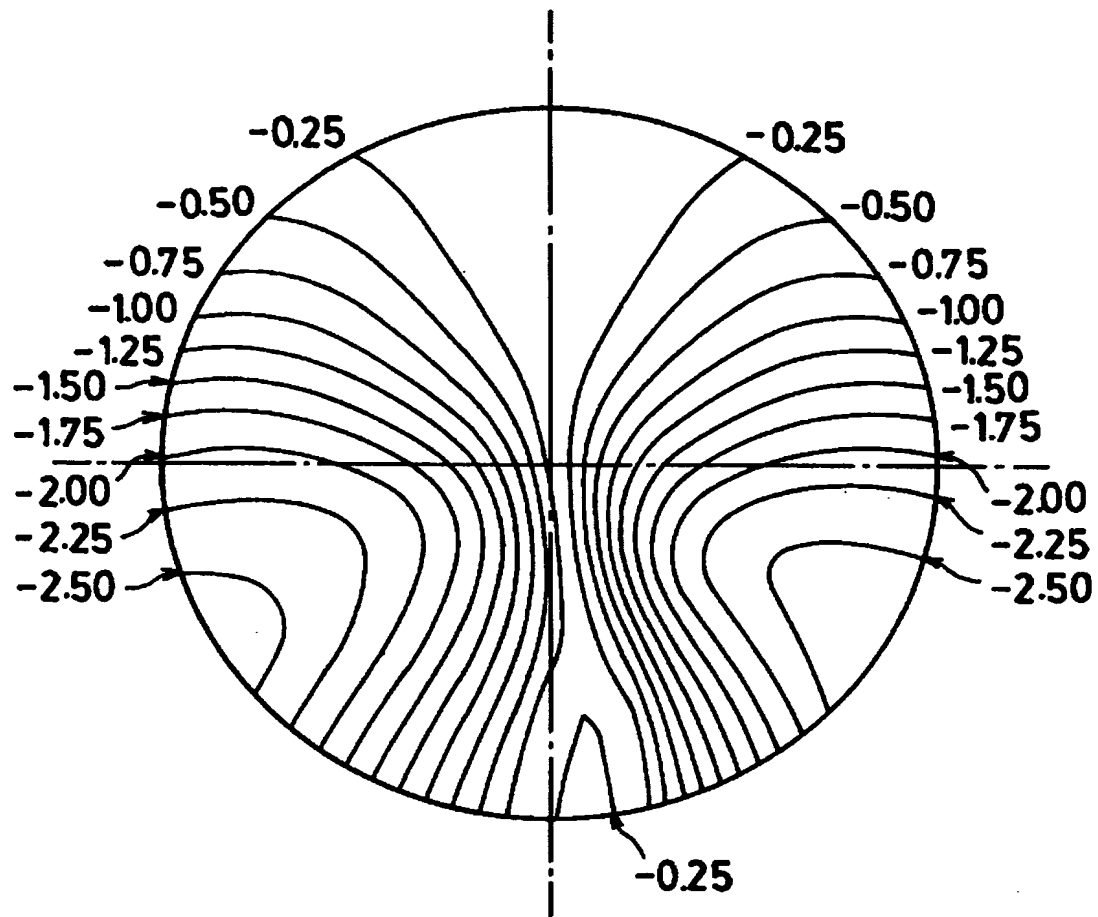
[図47]



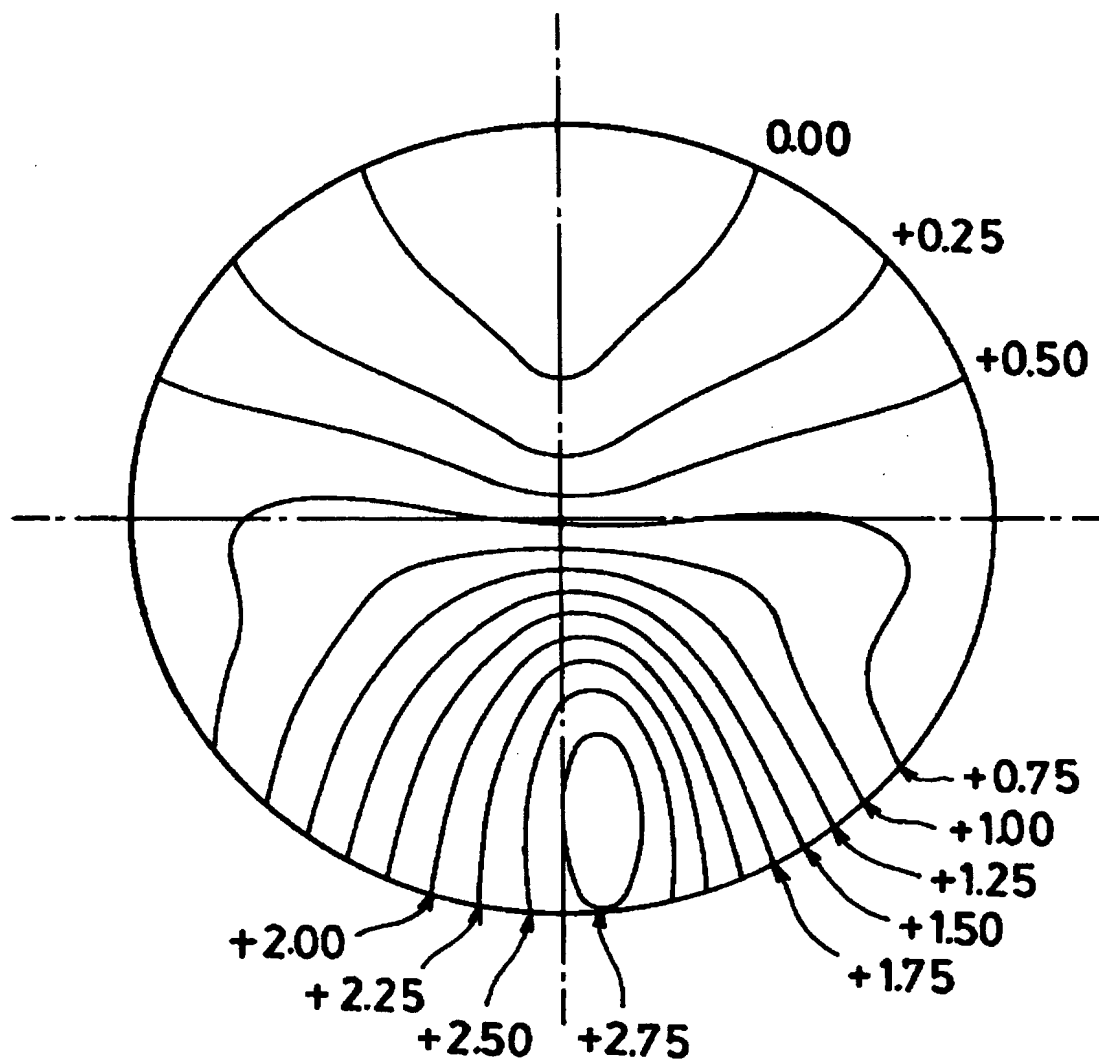
[図48]



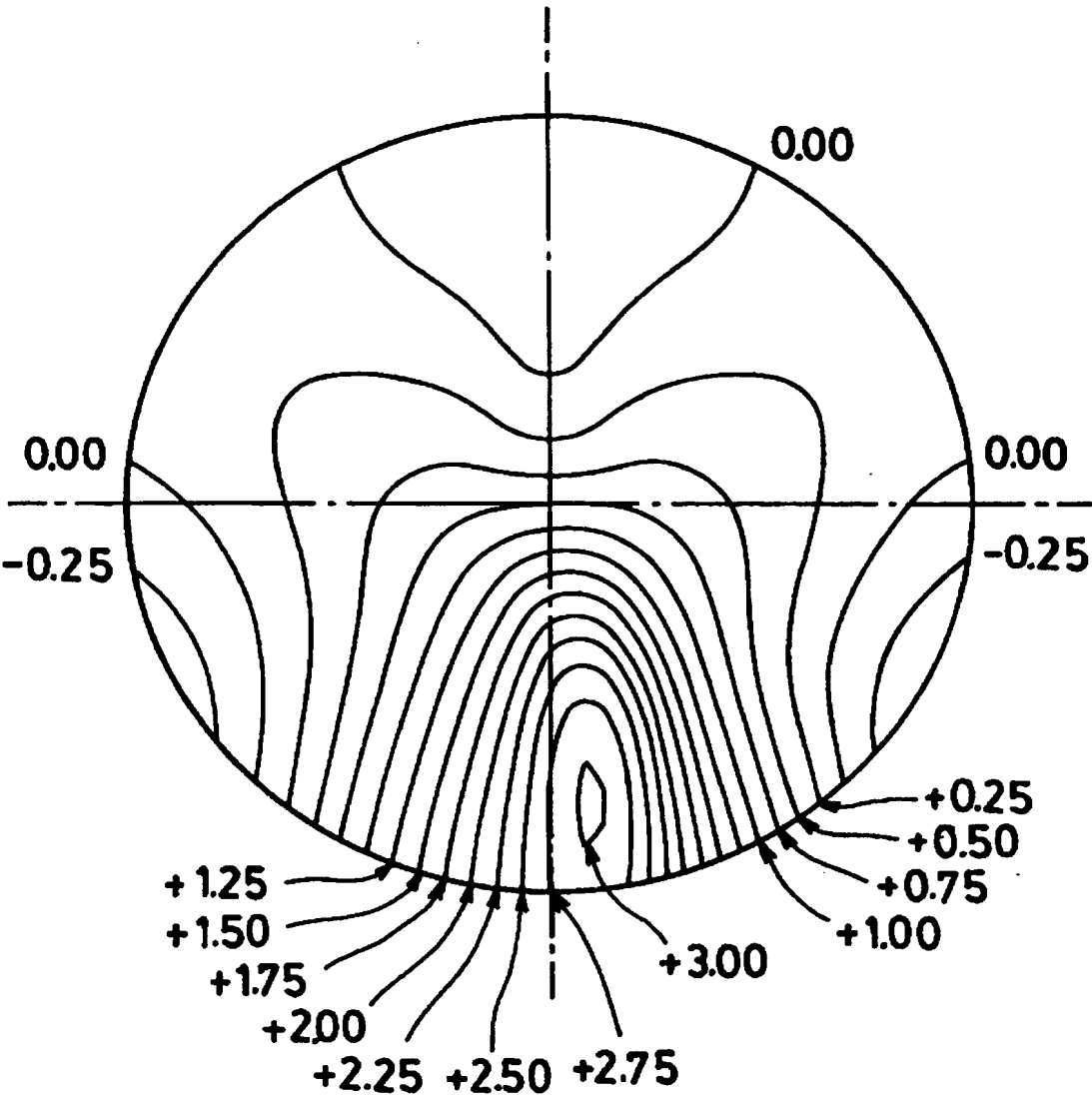
[図49]



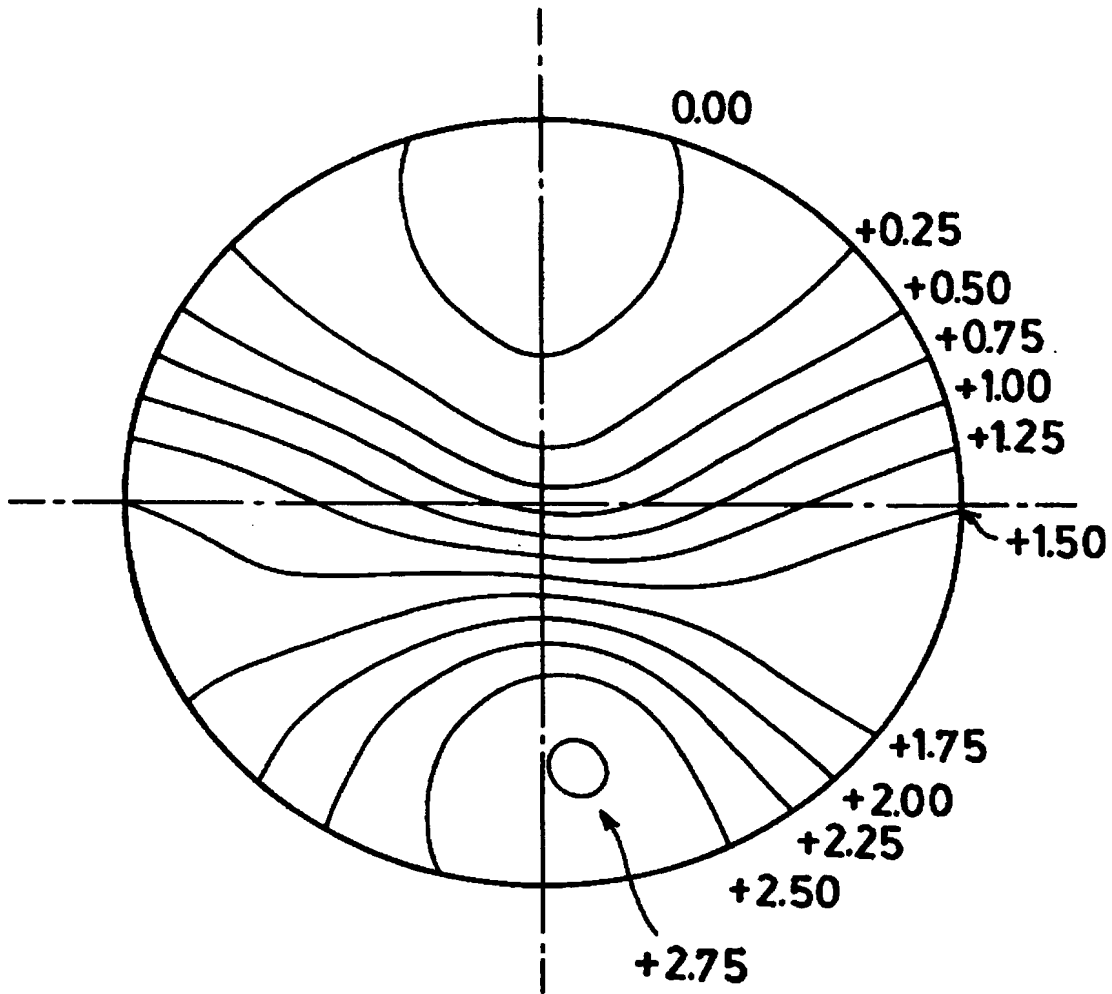
[図50]



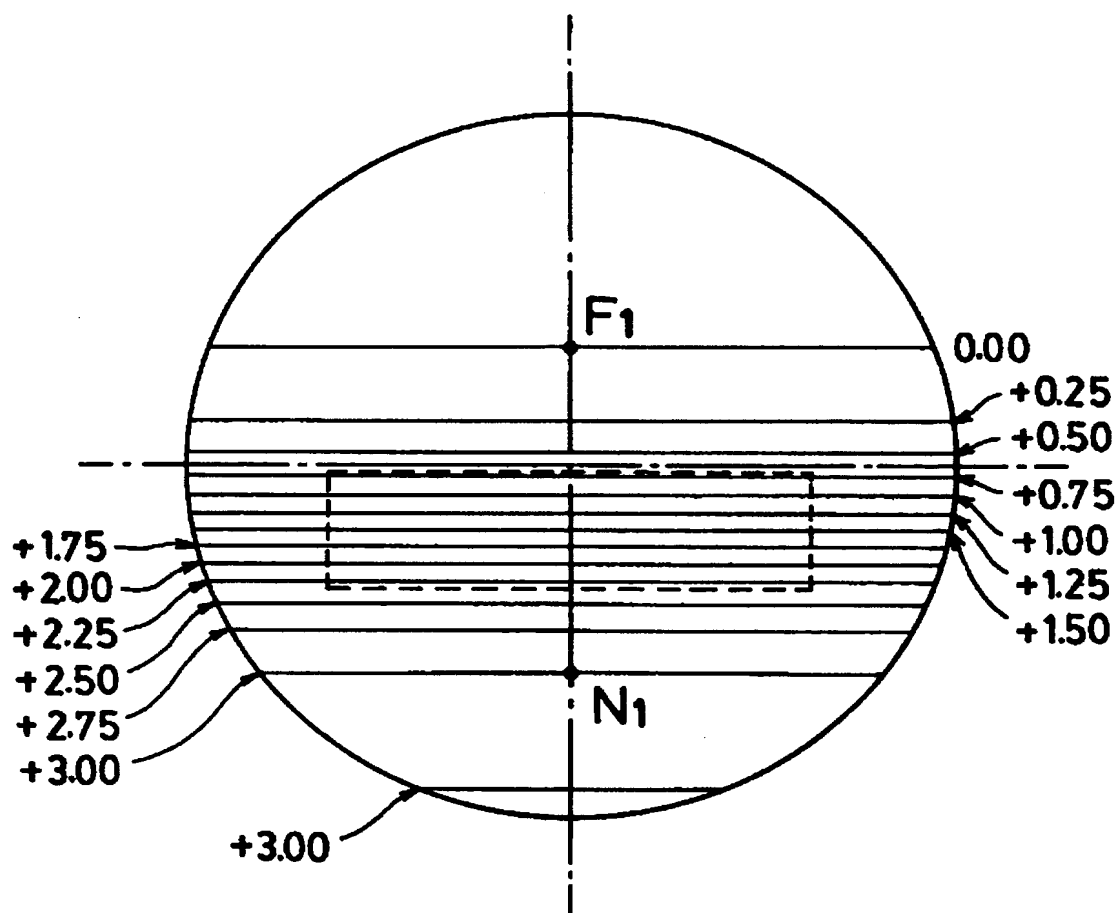
[図51]



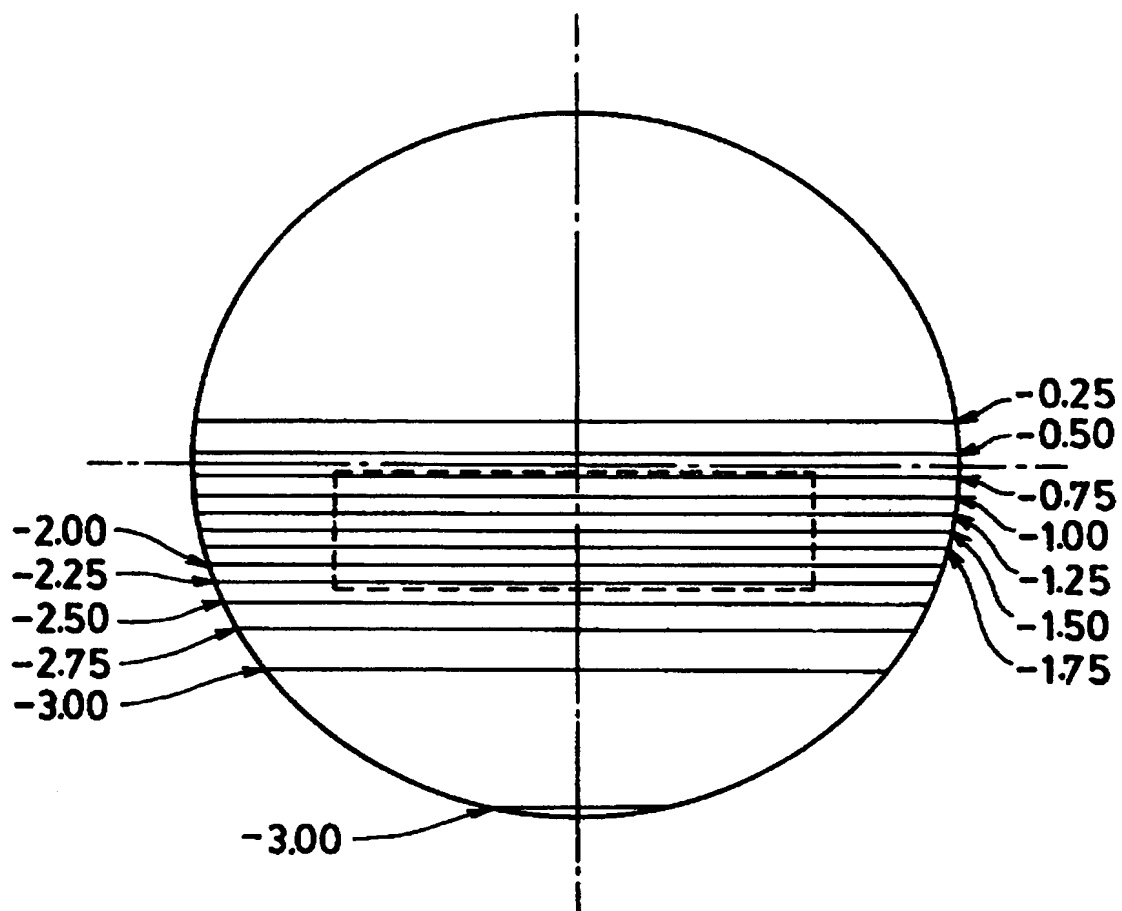
[図52]



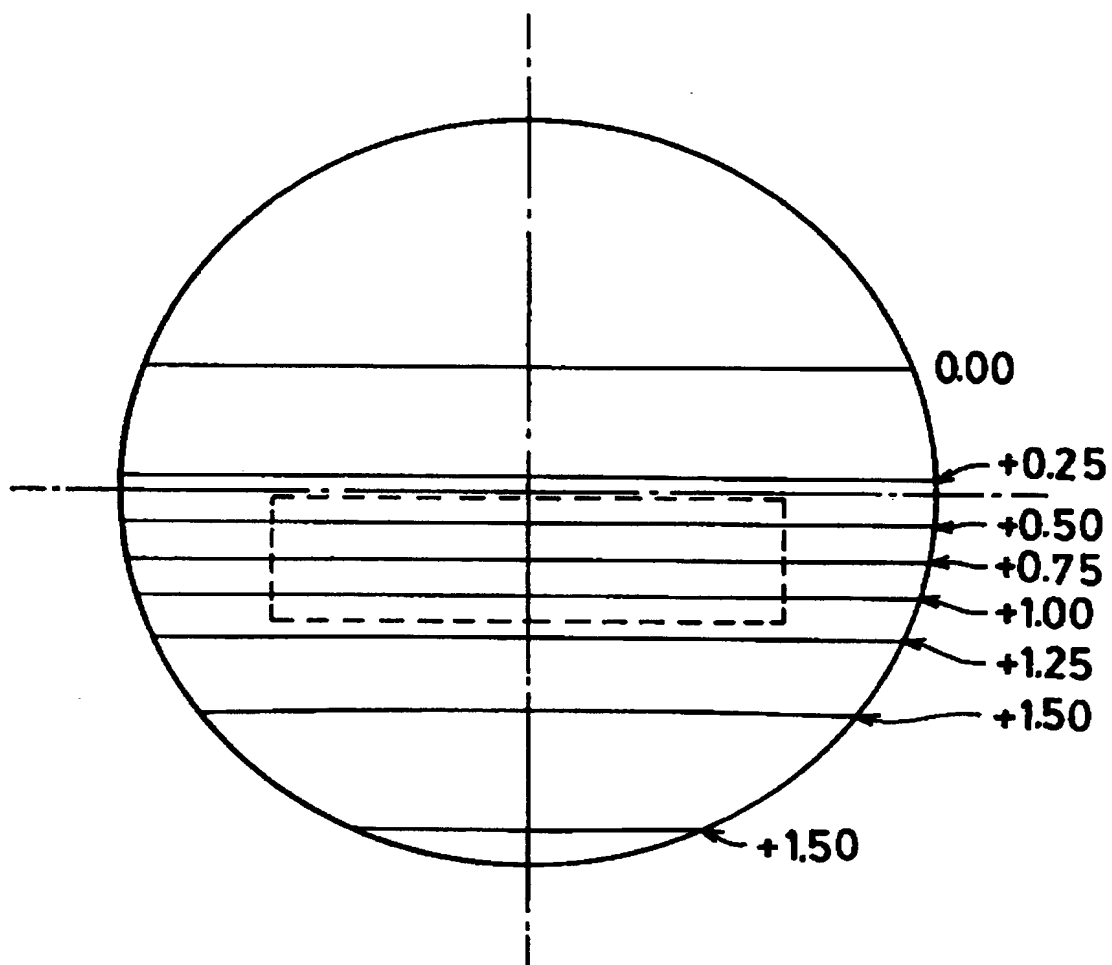
[図53]



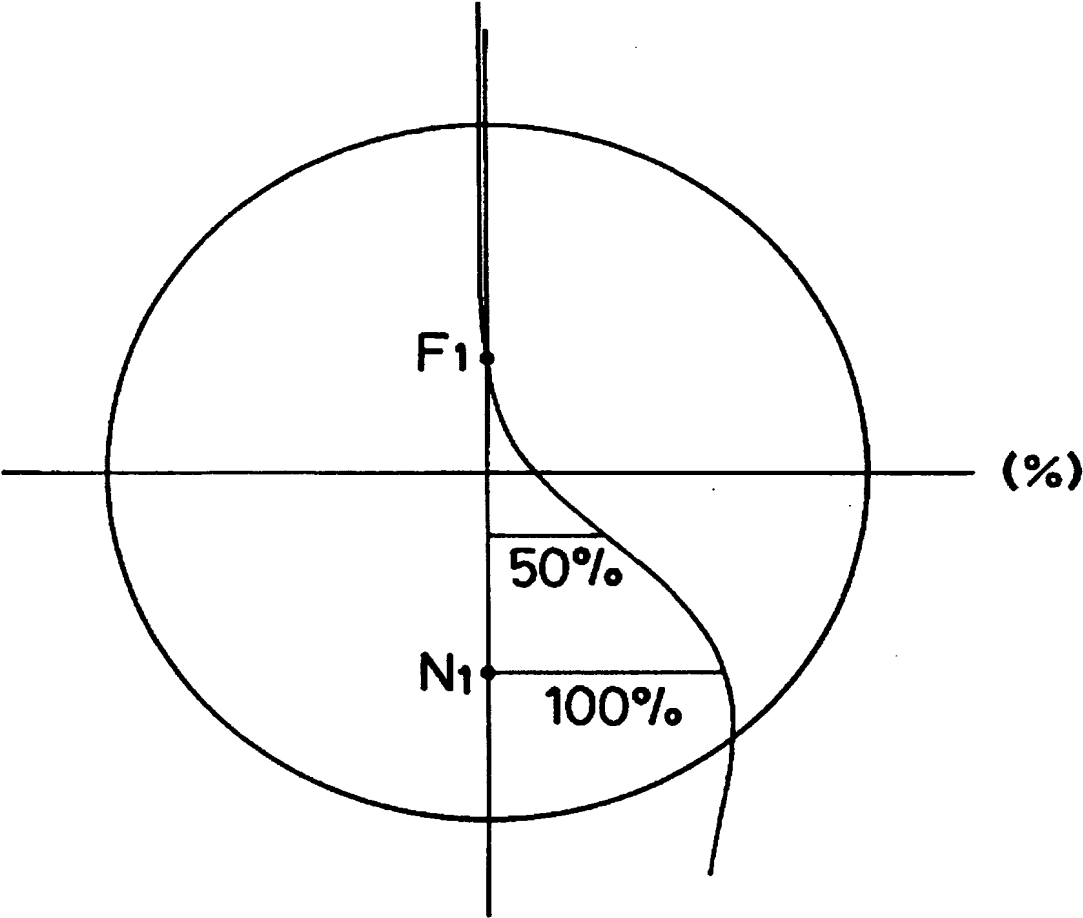
[図54]



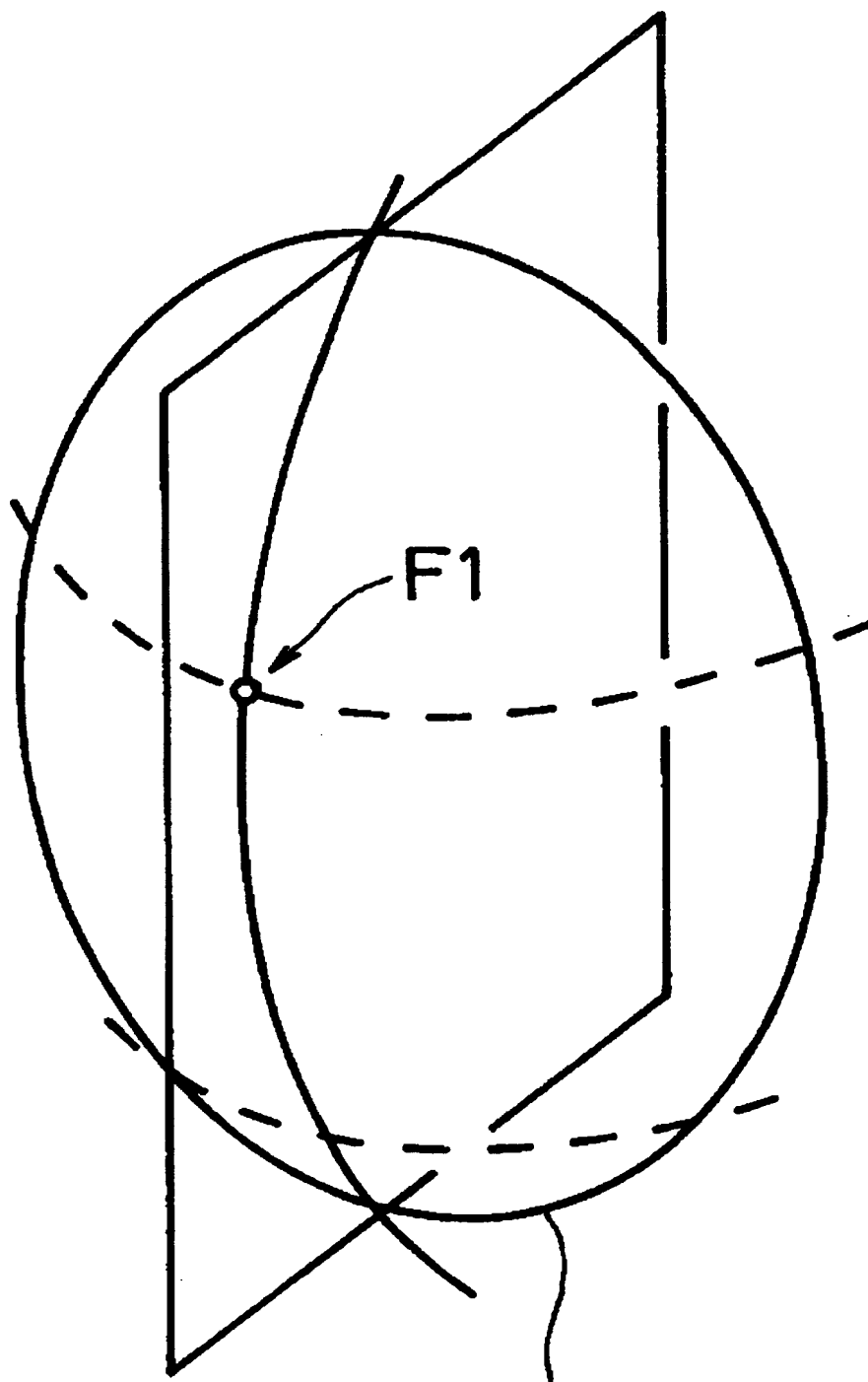
[図55]



[図56]

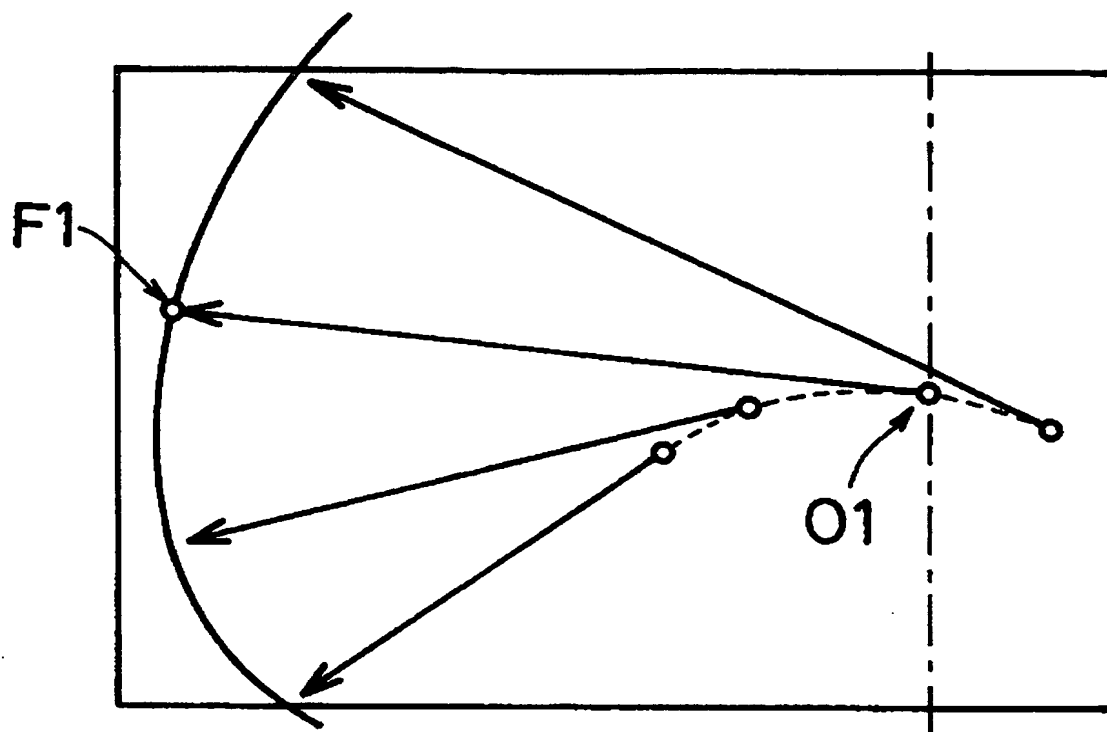


[図57]

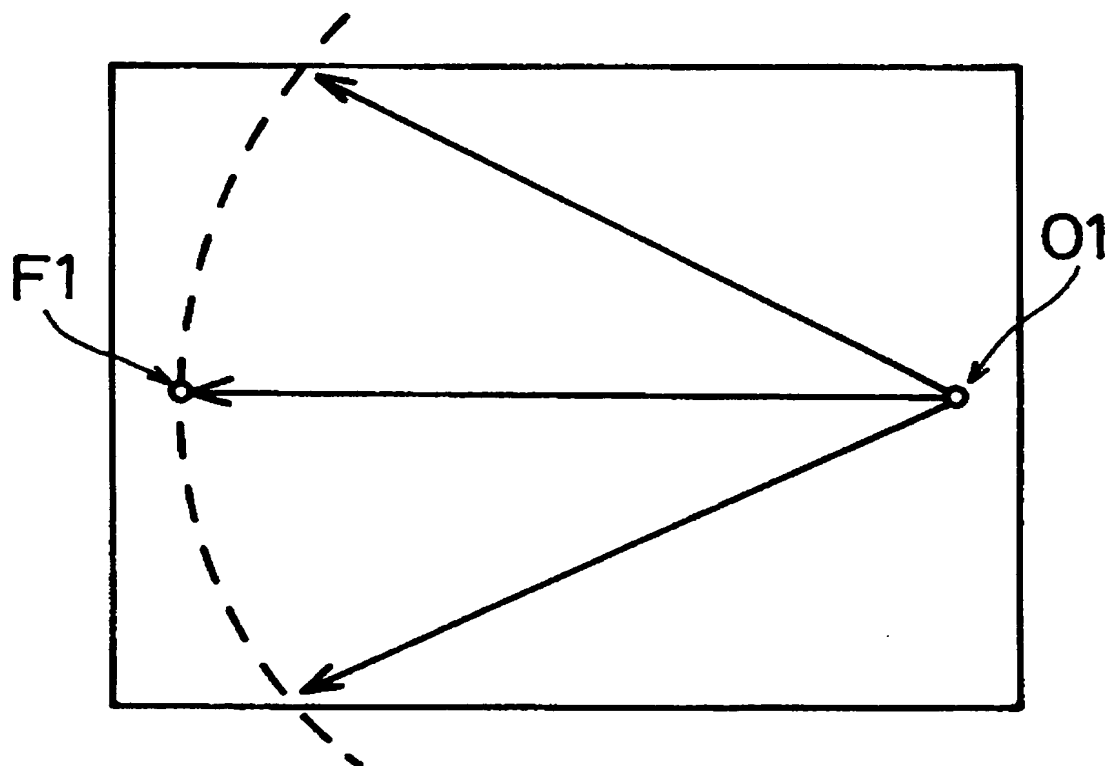


両面非球面型
累進屈折レンズ

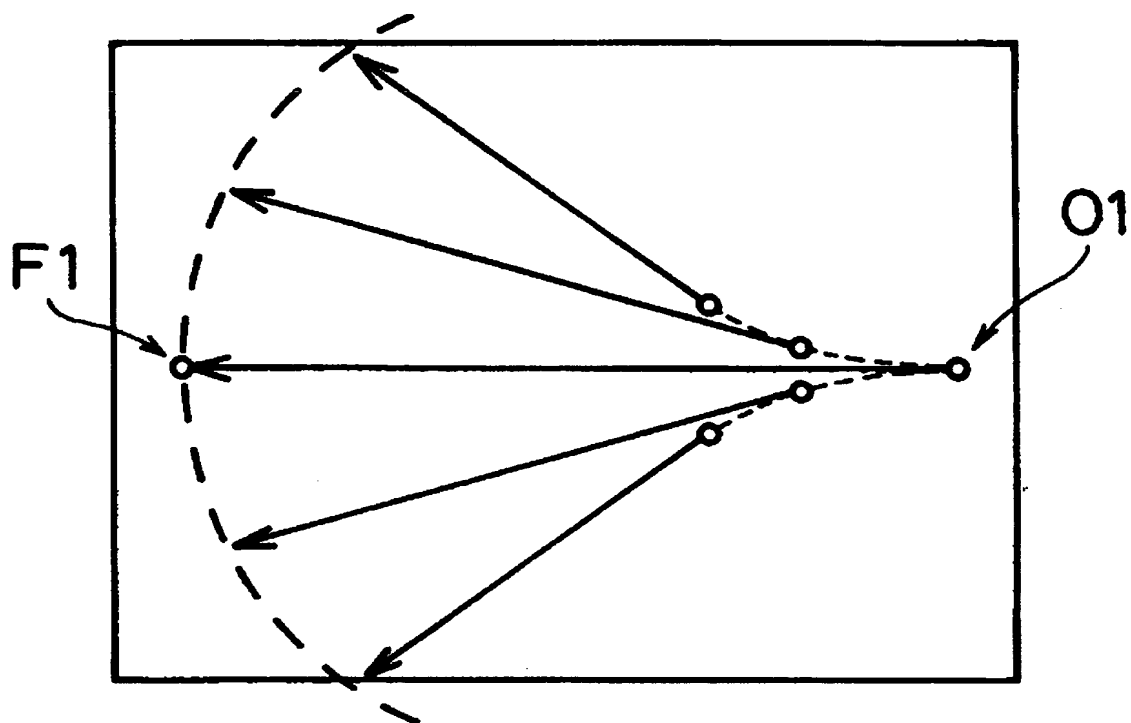
[図58]



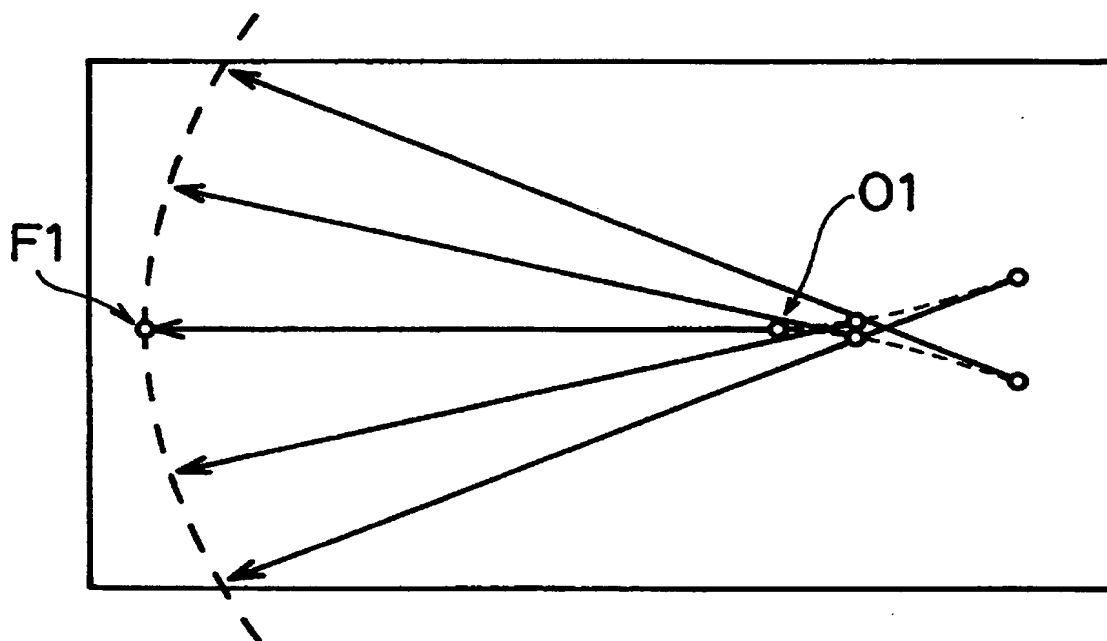
[図59]



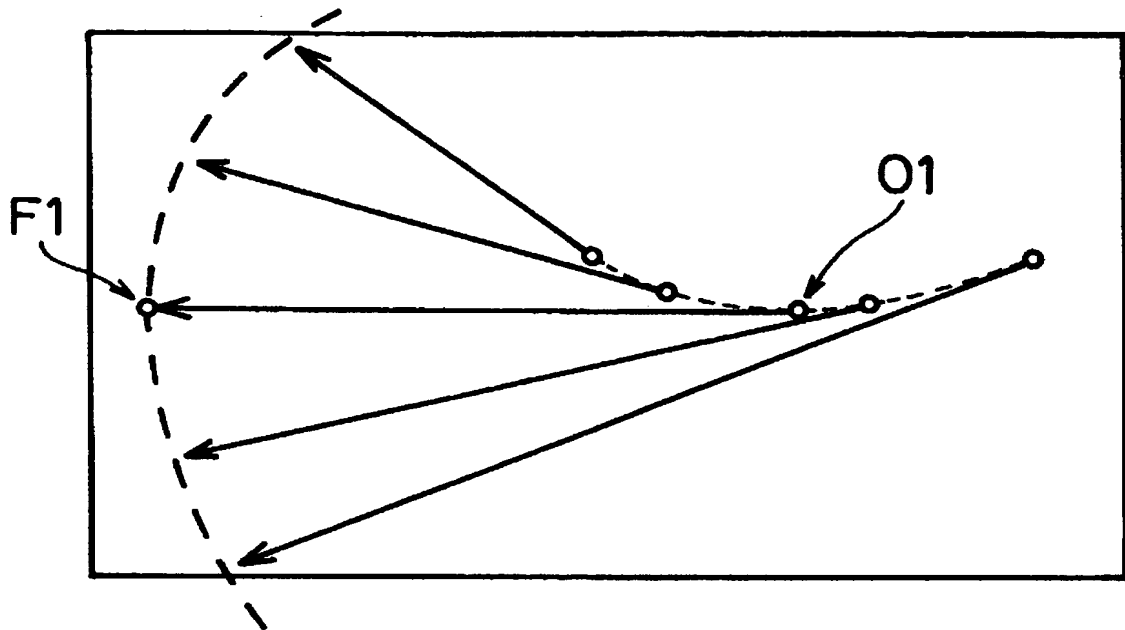
[図60]



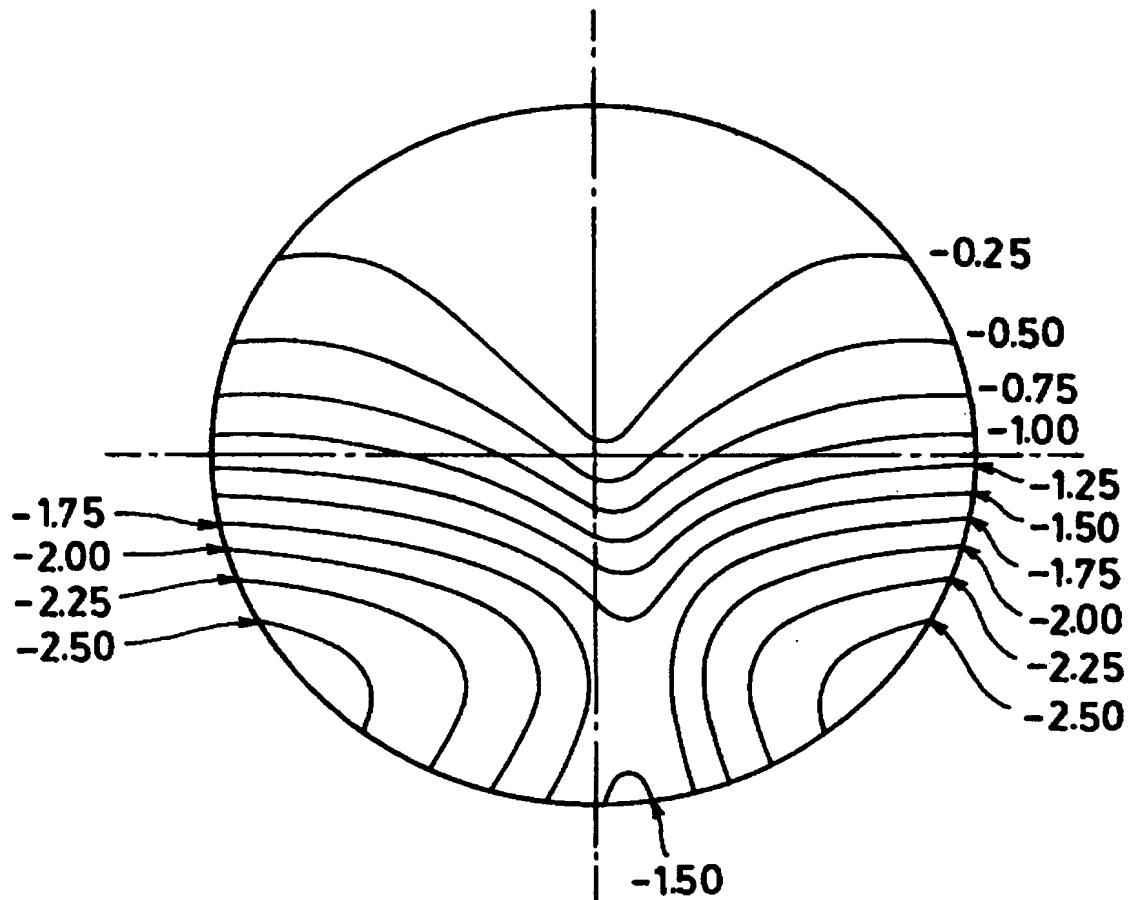
[図61]



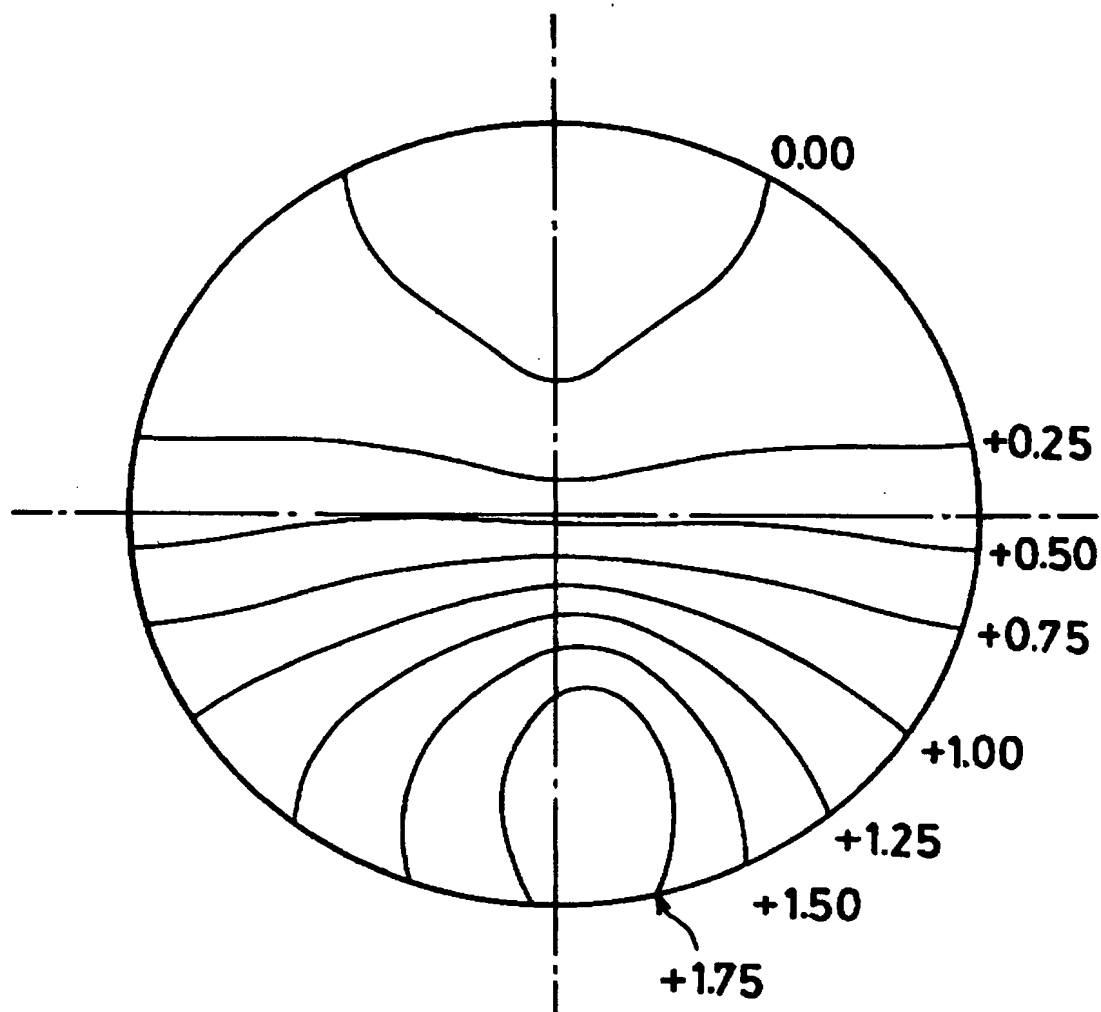
[図62]



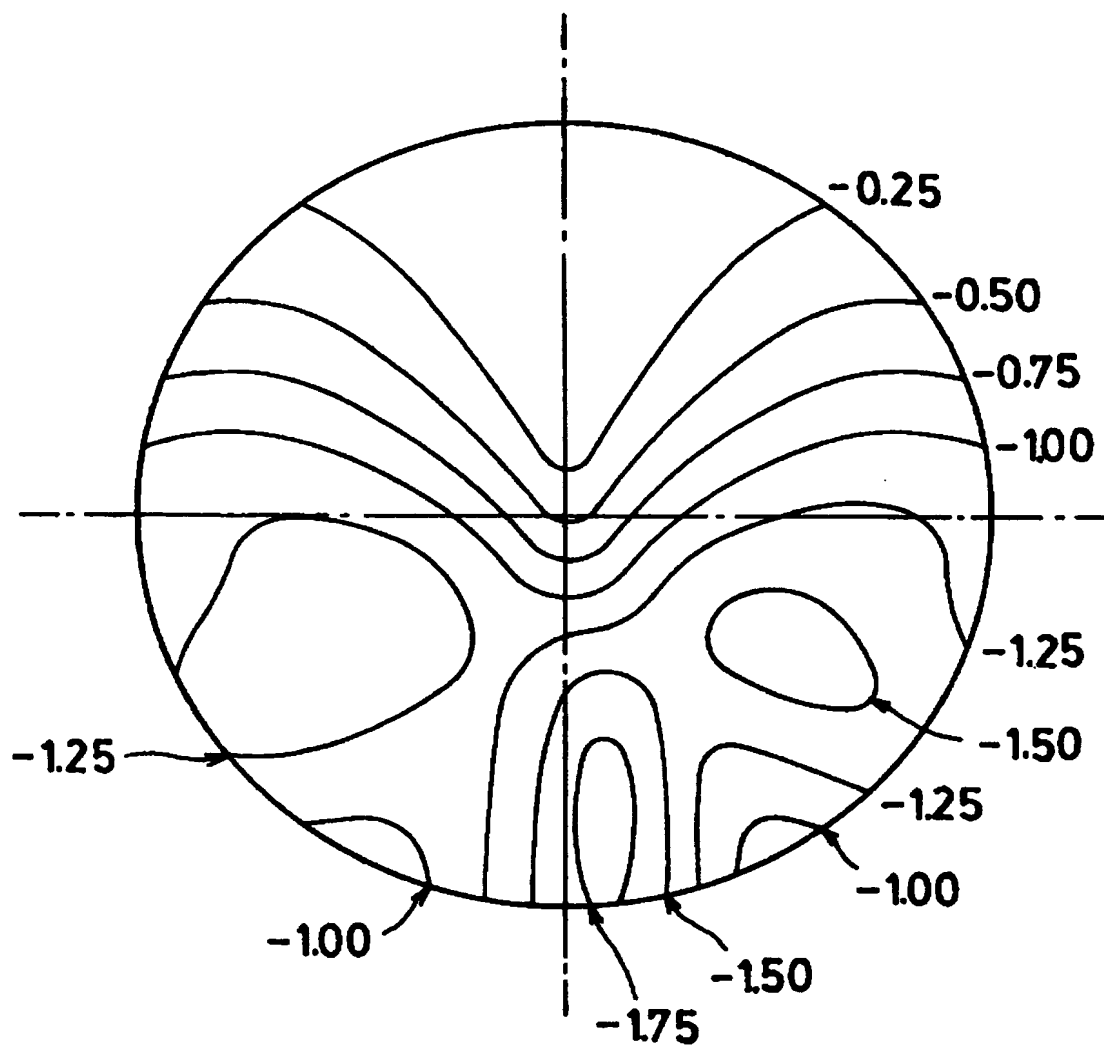
[図63]



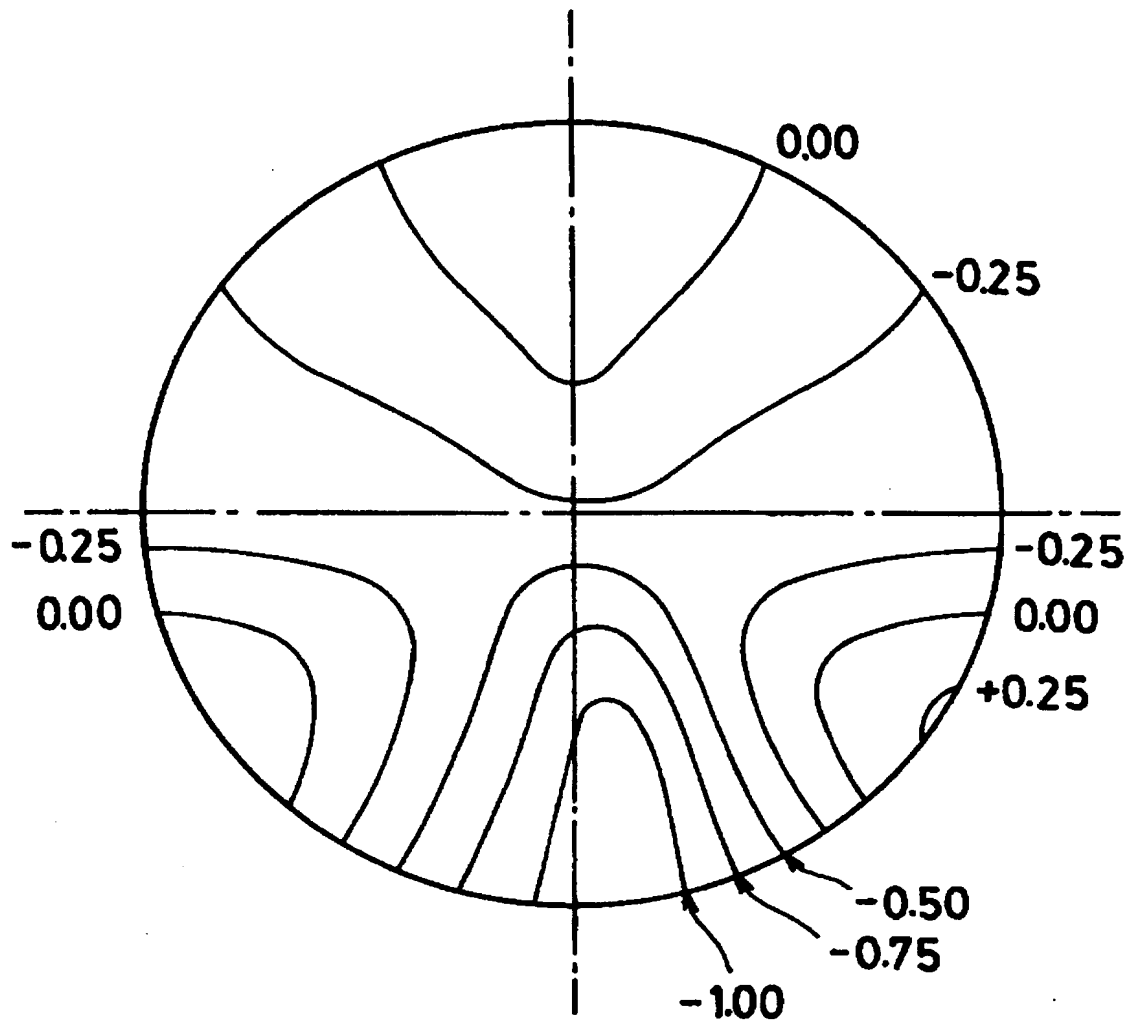
[図64]



[図65]



[図66]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/017730

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G02C7/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G02C7/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 00/62116 A1 (Hoya Corp.), 19 October, 2000 (19.10.00), Full text; all drawings & US 6712467 B1 & EP 1170620 A1	1-24
A	JP 2001-209012 A (Hoya Corp.), 03 August, 2001 (03.08.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-24
A	JP 2000-227579 A (Asahi Optical Co., Ltd.), 15 August, 2000 (15.08.00), Full text; all drawings & US 6186627 B1	1-24



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
28 April, 2005 (28.04.05)

Date of mailing of the international search report
24 May, 2005 (24.05.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/017730

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 10-123469 A (Menicon Co., Ltd.), 15 May, 1998 (15.05.98), Full text; all drawings & US 5892565 A1	1-24
A	JP 9-90291 A (Hoya Corp.), 04 April, 1997 (04.04.97), Full text; all drawings & US 5708492 A1 & EP 0872755 A1	1-24
A	JP 2001-021846 A (Tokai Kogaku Kabushiki Kaisha), 26 January, 2001 (26.01.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-24

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ G02C7/06

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ G02C7/06

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	WO 00/62116 A1 (ホーヤ株式会社) 2000. 10. 19, 全文、全図 & US 6712467 B1 & EP 1170620 A1	1-24
A	JP 2001-209012 A (ホーヤ株式会社) 2001. 08. 03, 全文、全図 ファミリーなし	1-24
A	JP 2000-227579 A (旭光学工業株式会社) 2000. 08. 15, 全文、全図 & US 6186627 B1	1-24

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

28. 04. 2005

国際調査報告の発送日

24. 5. 2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

2V

9810

竹村 真一郎

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 10-123469 A (株式会社メニコン) 1998. 05. 15, 全文、全図 & US 5892565 A1	1 - 2 4
A	JP 9-90291 A (ホーヤ株式会社) 1997. 04. 04, 全文、全図 & US 5708492 A1 & EP 0872755 A1	1 - 2 4
A	JP 2001-021846 A (東海光学株式会社) 2001. 01. 26, 全文、全図 ファミリーなし	1 - 2 4